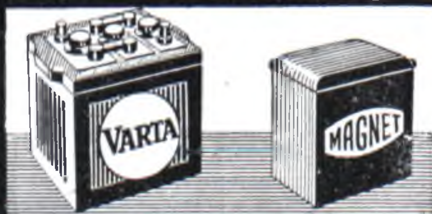
TECHNIKA SAMOCHODOWA

ORGAN KOŁA INŻYNIERÓW SAMOCHODOWYCH
STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW MECHANIKÓW POLSKICH

Nr 6 WARSZAWA, CZERWIEC 1939 1 zł

ZAKŁADY METALURGICZNE
L. KRANC i T. ŁEMPICKI
Sp. z o. o.
Warszawa, Czerniakowska 80. Telefon 8.01-30





Od Redakcji

Komunikujemy uprzejmie, że od dnia 1 lipca biura Redakcji i Administracji naszego pisma przeniesione zostają do nowego lokalu przy ul. Czackiego 3/5

(Dom Stowarzyszenia Techników R. P.)





Rok V Warszawa — czerwiec — 1939 Nr 6

TECHNIKA SAMOCHODOWA

MIESIĘCZNIK

ORGAN KOŁA INŻYNIERÓW SAMOCHODOWYCH
STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW MECHANIKÓW POLSKICH

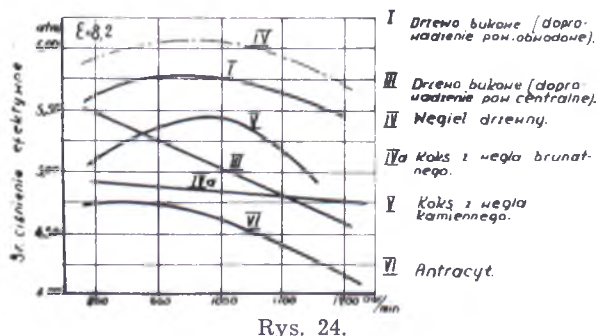
Redaktor odpowiedzialny: inż. Jerzy Werner. — Wydawca: Stowarzyszenie Inżynierów Mechaników Polskich

Treść nr 6

Inż. J. Mihułowicz
Koło Inż. Sam. S.I.M.P.

GAZOGENERATORY W ZASTOSOWANIU DO NAPĘDU SILNIKÓW SAMOCHODOWYCH[1])

Przy dobieraniu gazo-generatora do danego silnika musimy się posiłkować przybliżonymi obliczeniami, które pozwoliłyby na zorientowanie się co do wielkości gazo-generatora, jaki mamy zastosować. Obliczenia te możemy przeprowadzić, opierając się na współczynnikach doświadczalnych. Przytoczę dwie metody prowadzenia obliczeń:



Rys. 24.

Pierwsza:

Na podstawie doświadczeń wykonano szereg krzywych zestawionych na rys. 24, ujmujących zależność średniego ciśnienia efektywnego od ilości obrotów silnika, przy użyciu rozmaitych typów gazo-generatorów i rozmaitych paliw i przyjętym stopniu sprężania $\varepsilon = 8{,}2$. Dla optymalnych ciśnień określono średnie prędkości C w przewężonym przekroju gazo-generatora; wielkość tę należy nieco zmniejszyć przy większej ilości obrotów silnika ze względu na małą szybkość palenia się mieszanki gazo-powietrznej, a powiększyć przy stosowaniu większego stopnia sprężania.

Paliwo	$p_{e\ max}$ kg/cm²	n_{opt} obr/min.	c_g m/sek.
Drzewo buk. 10 — 14% H_2O	5,8	950	0,158
Węgiel drzewny	6,1	970	0,237
Antracyt	4,75	850	0,175

Minimalny przekrój gazo-generatora

$$F_g = \frac{V}{c_g} \cdot 10^4 \text{ cm}^2$$

gdzie

$$V = \frac{V_h \cdot n}{24} \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{sek}$$

(V_h — pojemność skokowa silnika w l)

Druga:

Na podstawie doświadczeń przyjęto dopuszczalne obciążenie σ przewężonego przekroju gazo-generatora oraz ilości gazu φ w m³ powstającego w warunkach normalnych z 1 kg paliwa.

Minimalny przekrój gazo-generatora

$$F_g = \frac{V}{\sigma \varphi} \cdot 3{,}6 \cdot 10^7 \text{ cm}^2$$

Paliwo	σ m³/kg	φ m²h	Dane odnoszą się do
Drzewo bukowe 10-14 % H_2O	1,9—2,3	200—300	Przekroju w którym następuje spalanie
Węgiel drzewny	3,5—4	200—250	Powierzchni rusztu
Antracyt	4,4—4,6	120—150	Przekroju otworu przez który ssany jest gaz

W ten sposób możemy w przybliżeniu określić przewężony przekrój gazo-generatora przy maksymalnym obciążeniu (przemijające przeciążenie może wynosić do 20% bez potrzeby powiększania przekroji). Dotychczas podane obliczenia odnosiły się do przestrzeni reakcyjnej, to znaczy przestrzeni, w której zachodzi spalanie w czasie pełnego obciążenia gazo-generatora. Przy dobieraniu gazo-generatora należy również zwrócić uwagę na najmniejszy przekrój, specjalnie przy generatorach na drzewo, ponieważ do silnika musi dostawać się gaz pozbawiony składników smolistych, więc przy biegu luzem silnika w strefie reakcyjnej musi panować odpowiednio wysoka temperatura; uzyskać to można przez przesunięcie jej w dół ku węższej części, której przekrój można obliczyć na podstawie doświadczalnego wzoru, sprawdzonego na licznych gazo-generatorach na drzewo:

najwęższy przekrój $F_e = 34 \sqrt{V_0}$ cm²

gdzie V_0 — ilość gazu zapotrzebowana przez silnik przy biegu luzem w m³/godz w warunkach normalnych.

Przy doborze typu gazo-generatora należy zwrócić jeszcze uwagę na charakter pracy, to znaczy musimy przede wszystkim określić w jakich warunkach ma pracować zainstalowany gazo-generator; a więc czy będzie pracować z przerwami np. w ruchu autobusowym miejskim, gdzie są liczne, krótkie przystanki, czy też w ruchu dalekobieżnym, gdzie nie ma częstych postojów i nie zależy nam bardzo na czasie, potrzebnym na pokonanie

[1]) Dokończenie artykułu drukowanego w nr 4 na str. 109—114.

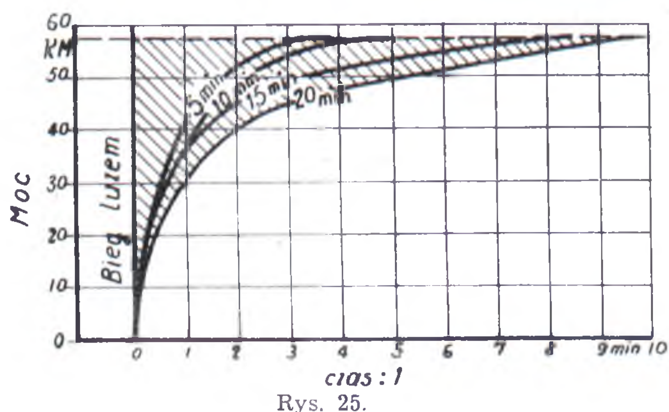
167

bezwładności gazo-generatora. Równorzędnie należy postawić sprawę zaopatrywania się w paliwo i jego ceny.

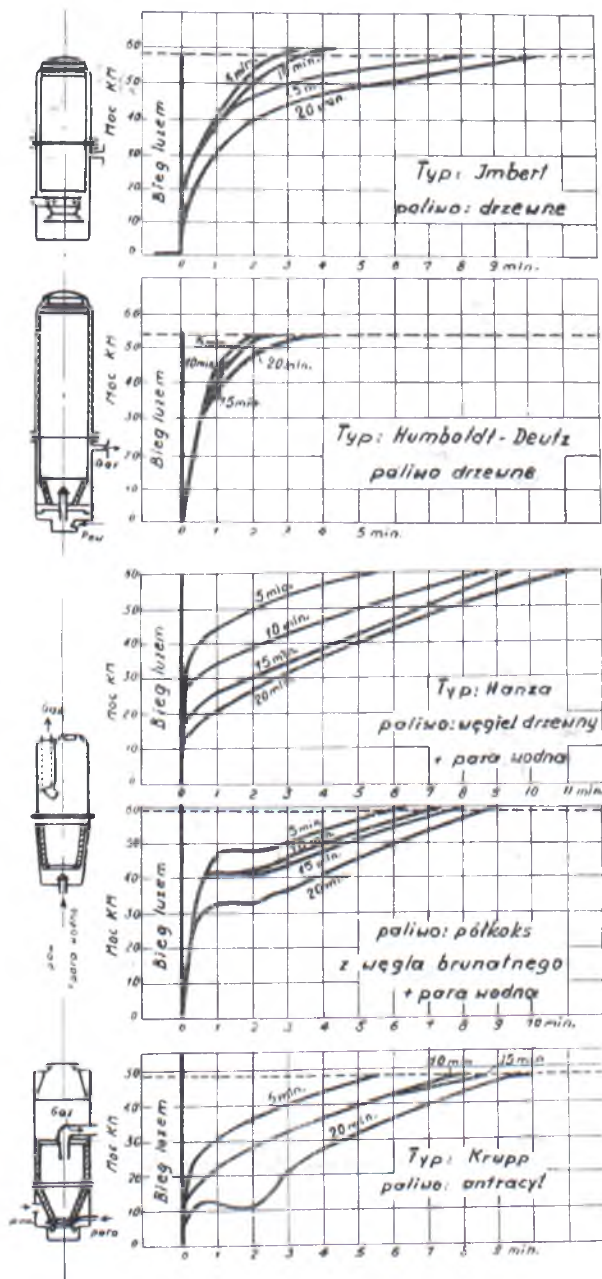
Bezwładność gazo-generatora określić można jedynie drogą doświadczalną, a mianowicie zespół silnik gazo-generator doprowadza się do maksymalnego jego wydatku (mocy), a następnie odciąża się silnik tak, że biegnie on luzem kolejno przez 5, 10, 15 i 20 min.; następnie obciąża się go ponownie momentem równym momentowi przy mocy maksymalnej, otwiera się zupełnie przepustnicę i mierzy się co pewien ustalony okres czasu moc silnika, aż do chwili uzyskania jego nominalnych obrotów, a więc jego maksymalnej mocy. Wykreślając następnie krzywą zależności mocy silnika od czasu, otrzymamy pole, uwidocznione przez zakreskowanie na rys. 25. Powierzchnia tego pola daje nam wielkość współczynnika bezwładności. Pola te są dla różnych czasów biegu luzem różne, zależnie od czasu trwania przerwy, rodzaju stosowanego paliwa i typu użytego gazo-generatora. Współczynnik bezwładności wyraża się w jednostkach pracy.

Dla porównania ze sobą rozmaitych typów gazo-generatorów zestawiono na rys. 26 wykresy kilku rodzaji gazo-generatorów, przystosowanych do rozmaitych paliw, a więc drzewa, węgla drzewnego, półkoksu z węgla brunatnego i antracytu. Wszystkie wymienione typy zachowują się, jak to widać z wykresów, podobnie. Analizując dokładniej powyższe wykresy, widzimy, że moc gazo-generatora rośnie znacznie szybciej w trzech pierwszych wypadkach niż w następnych, z czego wynika, że przy użyciu drzewa lub węgla drzewnego gazo-generator jest mniej czuły na krótkie przerwy ruchu, niż przy użyciu innych rodzai paliw. Wielkość współczynnika bezwładności można zmniejszyć jedynie przez zmniejszenie objętości przestrzeni reakcyjnej, co jest równoznaczne ze zmniejszeniem jej poprzecznego przekroju. Odbywa się to jednak kosztem mocy gazo-generatora, o czym już poprzednio wspominałem przy omawianiu wpływu przekroju przestrzeni reakcyjnej na charakterystykę gazo-generatora.

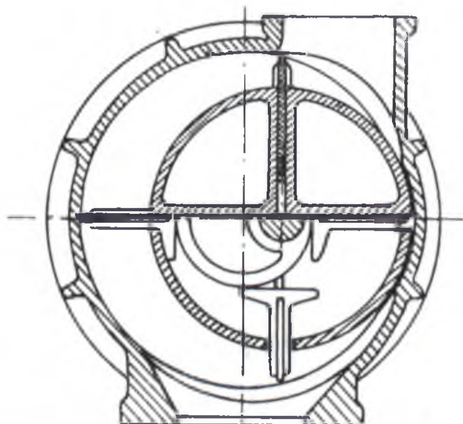
Dotychczas omawiałem jedynie procesy w gazo-generatorach związane ściśle z produkcją i własnościami wytwarzanego gazu. Wartość opałową gazu generatorowego podnieść można jedynie przez podniesienie temperatury przestrzeni reakcyjnej, przez co zwiększa się zawartość dwutlenku węgla i wodoru w pobieranym gazie. Ograniczeniem dla temperatury jest wytrzymałość ścianek przestrzeni reakcyjnej, przy wykonywaniu której, jak już wspominałem poprzednio, napotyka się na duże trudności. Wobec tego zaczęto poszukiwać sposobów zwiększenia mocy silnika przez przeróbkę silnika, względnie dołączenie dodatkowych urządzeń. Podniesienie mocy silnika przez zwiększenie stopnia sprężania omówiłem już poprzednio. Sposób ten prowadzi do dość znacznego zmniejszenia spadku mocy silnika napędzanego gazem generatorowym w stosunku do mocy silnika napędzanego mieszanką benzynową. W poszukiwaniu innych sposobów podniesienia mocy silnika, przeprowadzono próby nad zastosowaniem sprężarki, wtła-



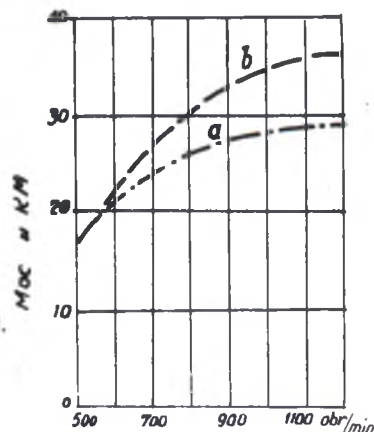
Rys. 25.



Rys. 26.



Rys. 27.

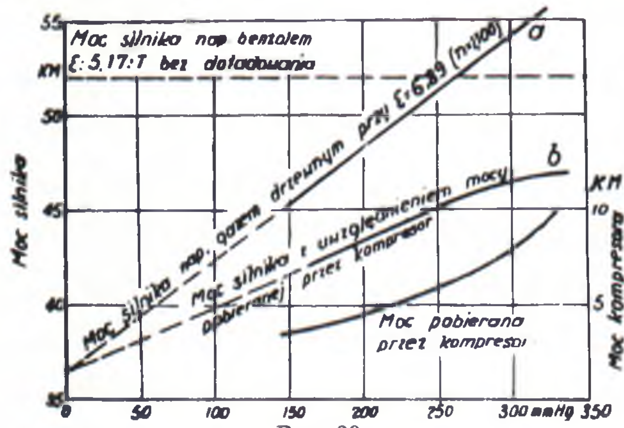


Rys. 29.

czającej zwiększoną dawkę mieszanki do cylindrów silnika. Napotkano tutaj na dość duże trudności; sam charakter pracy silnika na pojeździe mechanicznym, gdzie silnik nie ma stałej ilości obrotów, nie pozwala na zastosowanie sprężarki odśrodkowej, ponieważ jej wydatek zmienia się nieproporcjonalnie (zależność krzywoliniowa) do jej ilości obrotów. Zastosowanie sprężarki tłokowej lub innej, której wydatek jest proporcjonalny do ilości obrotów silnika, dało ujemne wyniki, ponieważ gaz ssany posiada mimo zastosowania specjalnych filtrów, pewną ilość zanieczyszczeń, które powodują bardzo szybkie zużywanie się powierzchni trących.

Stosując sprężarkę typu przedstawionego na rys. 27 wykonano szereg doświadczeń laboratoryjnych, które wykazały, że sprężarka zużywa dość dużo mocy, a więc trudno jest osiągnąć nominalną moc silnika bez stosowania dość dużego ciśnienia doładowania. Wyniki doświadczeń zestawiono na rys 28, na którym krzywa *a* określa moc silnika, bez uwzględnienia mocy pobieranej przez sprężarkę, natomiast krzywa *b* przedstawia moc silnika po odjęciu mocy zużytej na doładowanie. Sposób ten nie znalazł zastosowania w praktyce ze względu na kosztowne adaptacje, jakie należałoby wykonać na silniku, oraz na szybkie zanieczyszczanie się specjalnych filtrów.

Podnieść moc silnika można również przez dodanie do mieszanki powietrzno-gazowej, np. alkoholu. Próby tego rodzaju przeprowadzono w instytutach badawczych w Rosji i uzyskano nawet pomyślne wyniki. Do doświadczeń użyto silnika



Rys. 28.

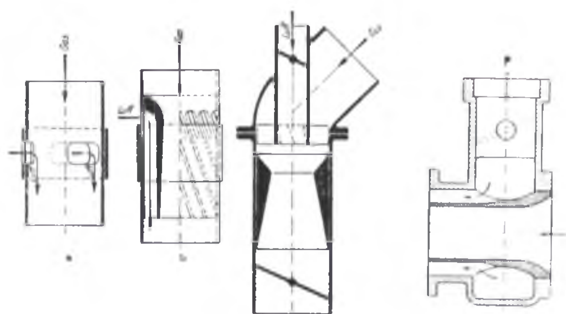
benzynowego o stopniu sprężania $\varepsilon = 4{,}02$, a więc bardzo niskim i dlatego uzyskane wyniki przedstawiają się tak pomyślnie. Przerabiając silnik na gaz ssany podniesiono jego stopień sprężania do $\varepsilon = 8{,}29$. Z charakterystyki silnika przedstawionej na rys. 29 widzimy, że krzywa mocy silnika, przy napędzie mieszanką benzynową, oznaczona literą *a*, leży poniżej krzywej *b*, uzyskanej przy silniku przerobionym, napędzanym mieszanką gazowo-alkoholowo-powietrzną. Poza dodawaniem do mieszanki gazowo-powietrznej alkoholu, przeprowadzno próby nad dodawaniem benzyny. Do doświadczeń był użyty silnik, który miał stopień sprężania $\varepsilon = 4{,}8$ i przy zastosowaniu jako paliwa benzyny posiadał moc 72,5 KM przy $n = 2500$ obr/min. Silnik ten przerobiono, podnoszące jego stopień sprężani do $\varepsilon = 7{,}3$; w czasie prób uzyskano następujące wyniki:

Paliwo	Stop. spr. ε	Moc KM	Ilość obr/min	Zużycie benzyny kg/godz.
Gaz generatorowy	7,3	47	2400	—
Gaz generatorowy + + 38 % benzyny	7,3	66	2400	9,5
Gaz generatorowy + + 65 % benzyny	7,3	77,5	2400	15,8
Benzyna	4,8	72,5	2500	24,2

W czasie prób zauważono, że detonacje występują dopiero przy dodatku benzyny większym od 11 kg/godz. Widzimy stąd, że dla pojazdów pracujących w wybitnie ciężkich warunkach terenowych, gdzie chwilami potrzebna jest duża moc silnika do pokonania specjalnie dużych oporów jazdy np. po piasku lub bardzo grzązkim błocie, można zainstalować na rurze ssącej dodatkowy gaźnik na benzynę, włączany jedynie na okres zapotrzebowania zwiększonej mocy silnika.

Zastosowanie dodatkowego gaźnika na benzynę, czy też na inny rodzaj paliwa jednak nie rozpowszechniło się.

Do stworzenia mieszanki o odpowiednim składzie służą urządzenia mieszankowe. Urządzenia te muszą sprostać dwu zasadniczym żądaniom, a mianowicie: regulować skład mieszanki, a więc stosunek ilości powietrza do ilości gazu generatoro-



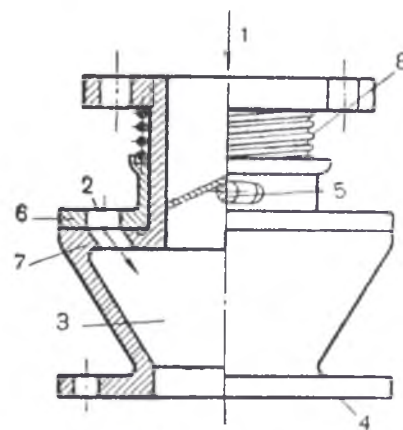
Rys. 30.

wego, oraz tworzyć możliwie jednorodną mieszankę. Jak już poprzednio wspomniałem mieszanka powietrzno-gazowa jest palna w zakresie bardzo szerokim, tak, że niepotrzebna jest regulacja jakościowa, a wystarcza regulacja ilościowa. Wobec tego w przewodzie doprowadzającym mieszankę do silnika wystarczy umieścić jedną przepustnicę, którą regulować można wielkość dawki mieszanki przy pomocy pedału identycznego, ze stosowanym w samochodach napędzanych silnikiem benzynowym. Jedynie przy rozruchu okazało się wygodnem posiadanie dodatkowej przepustnicy, którą chwilowo wzbogaca się mieszankę przez przymknięcie otworów doprowadzających powietrze. Przepustnica ta jest zwykle obsługiwana przez kierowcę ręcznie.

Na rynku istnieje duża ilość rozmaitych rozwiązań urządzeń mieszankowych; dla przykładu przytoczę kilka najbardziej charakterystycznych. Na rys. 30 zestawiono pięć rozmaitych rozwiązań z których widać, że równorzędnie stosowane jest prowadzenie gazu przewodem środkowym, jak i doprowadzanie gazu koncentrycznie do strumienia powietrza. Przeważnie stosuje się mieszacze, w których następuje dokładne wymieszanie gazu z powietrzem przez wprowadzenie powstającej mieszanki w ruch obrotowy (rys. 30 *b*, *c*).

Rozpowszechnione są przede wszystkim mieszacze, w których jeden ze składników, to znaczy powietrze lub gaz, zostaje wprowadzony w ruch wirowy przy pomocy odpowiednio ukształtowanych skrzydełek blaszanych, jak to pokazano na rys. 30 c, względnie frezowanych kanalików (rys. 30 *b* i *d*). Spotkanie się dwu strumieni, z których jeden ma ruch obrotowo-postępowy, sprzyja do stworzenia mieszanki jednolitej co w ciągu dalszym przyczynia się do lepszej i ekonomiczniejszej pracy silnika.

Celem skonstruowania odpowiedniego mieszacza musimy przede wszystkim określić wielkość przekroji przelotowych tak dla gazu, jak i dla powietrza. Przy obliczeniach posługiwać się będziemy gazem z drzewa o średnim składzie, a mianowicie: H_2 — 17%, CO — 20%, CH_4 — 1,5%. Z poprzednio przytoczonego wykresu (rys. 15) odczytamy, że zapotrzebowanie powietrza wynosi około 1,05 m³ na 1 m³ gazu. W dalszym ciągu przyjmując nadmiar powietrza równy 1,1, możemy napisać, że stosunek powierzchni przekroji wolnych dla powietrza i gazu wynosi:



Rys. 30 c.

$$K = \frac{f_p\ C_p}{f_g\ C_g} \quad \text{gdzie } K = 1{,}1 . 1{,}05 = 1{,}155$$

f_p — powierzchnia przekroju przewodu powietrza

f_g — powierzchnia przekroju przewodu gazu

C_p — szybkość powietrza

C_g — szybkość gazu

Szybkości powietrza wyliczamy ze wzoru:

$$C_p = \varphi \sqrt{2g \frac{P_p - P_m}{\gamma_p}}$$

zaś szybkość gazu, ze wzoru:

$$C_g = \varphi \sqrt{2g \frac{P_g - P_m}{\gamma_g}}$$

gdzie

P_p — ciśnienie powietrza w kg/m²

P_g — „ gazu w kg/m²

P_m — „ mieszanki w kg/m²

Przeciętnie można przyjąć, że podciśnienie mieszanki w rurze ssącej wynosi około 500 — 700 mm słupa wody. Przeciętna szybkość powietrza wynosi około 60 m/sek.

Przerabiając silnik benzynowy na gaz ssany, należy wzmocnić istalację zapłonową. Podniesienie ciśnienia sprężania zwiększa dość znacznie napięcie, jakie jest potrzebne do przebicia warstewki mieszanki między normalnie rozstawionymi elektrodami świecy zapłonowej. Zmniejszenie odstępu elektrod ratuje sytuację tylko jednostronnie, ponieważ przez zmniejszenie odstępu elektrod zmniejszamy potrzebne napięcie, ale dzieje się to kosztem intensywności iskry, a więc to co zyskujemy przez podniesienie stopnia sprężania, to częściowo tracimy przez nieodpowiednie zapalanie mieszanki. Normalne aparaty zapłonowe można stosować jeszcze przy stopniu sprężania około $\varepsilon = 7 — 8$. Poza tym ważnym jest również dobór odpowiednich świec. W czasie licznych doświadczeń stwierdzono, że obecność w gazie dużej ilości wodoru powoduje silne rozżarzanie się elektrod świec, które stają się przyczyną powstawania samozapłonów. Stosując zbyt zimną świecę, narażamy się na częste jej zanieczyszczanie się; tworzący się na elektrodach osad, z powodu ich niskiej temperatury, nie wypala się, powodując zwarcie w świecy. Dla orienta-

cji można podać, że przy zastosowaniu gazu z drzewa winno się stosować świece odpowiadające wartością cieplną świecom f. Bosch DM 175, względnie DM 225, przy użyciu gazu z węgla drzewnego odpowiadające świecom Bosch DM 175, względnie DM 145.

Rozruszniki, stosowane do silników benzynowych są często za słabe w zastosowaniu do silnika gazowego; przy rozruchu objawia się to zbyt małą ilością obrotów silnika, który w takim wypadku trudno zaskakuje na zimno.

Przy przebudowie silników wysokoprężnych na gazowe usuwa się wtryskiwacze i pompkę paliwową, a w ich miejsce wbudowuje się świece i wstawkę produkowaną przez firmę Bosch. Na nieco większe trudności napotyka się przy przebudowie silników wysokoprężnych, pracujących z komorą wstępną, którą trzeba odpowiednio przerobić.

Celem puszczenia w ruch gazo-generatora wypełnia się go paliwem, zwracając uwagę na to, aby w przestrzeni reakcyjnej, w wypadku użycia drzewa, znajdował się już węgiel drzewny. Następnie wprowadza się przez otwór w okolicy przestrzeni reakcyjnej zapalone pakuły, napojone naftą lub olejem gazowym. Dla otrzymania ciągu w gazo-generatorze służy zainstalowany na przewodzie ssącym wentylatorek, napędzany ręcznie lub silnikiem elektrycznym o mocy 150 — 200 W.

Moc wentylatorka jest uzależniona od rodzaju zgazowywanego paliwa i musi być większa przy użyciu paliw takich jak np. półkoks, antracyt, a mniejsza przy zastosowaniu drzewa lub węgla drzewnego. Do otrzymania ciągu w czasie rozruchu gazo-generatora wykorzystać można również silnik, który posiada instalację pozwalającą na napędzanie go przy pomocy paliwa ciekłego n. p. benzolu i pobieranie potrzebnego powietrza częściowo przez gazo-generator a częściowo przez bardzo silnie przymknięty klapą przewód powietrzny. Tego rodzaju urządzenia stosuje się przy gazo-generatorach na pliwa wolnoreagujące.

W czasie rozruchu należy uważać, aby nie włączać silnika zbyt wcześnie, bo gazo-generator początkowo produkuje małą ilość gazu, sam natomiast zapotrzebowuje duże ilości ciepła, celem wytworzenia odpowiedniej temperatury w przestrzeni reakcyjnej. Przez zbyt szybkie włączenie silnika wprowadzamy do gazo-generatora duże ilości zimnego powietrza, następuje ochłodzenie się strefy reakcyjnej i wygasanie gazo-generatora. Jeśli znowu dmuchanie trwa zbyt długo, to tworzą nad przestrzenią reakcyjną mostki ze spiętrzonego paliwa, co powoduje znowu przerwy w produkcji pełnowartościowego gazu, a więc i spadek mocy silnika aż do ewentualnego jego zatrzymania się. Przeciwdziałać tworzeniu się mostków można tylko przez zruszenie paliwa w gazo-generatorze, przy pomocy pręta stalowego, wsuniętego przez górny otwór gazo-generatora do przestrzeni reakcyjnej. W czasie pierwszego rozruchu po wygaszeniu gazo-generatora, względnie jego ładowaniu paliwem, występują dość często wybuchy pod pokrywą gazo-generatora, spowodowane obecnością powietrza, zawierającego tlen, do którego dostaje się gaz palny. Wybuchy te nie są niebezpieczne, tym bardziej, że każdy gazo-generator zaopatrzony jest w odpowiednio skonstruowany zawór bezpieczeństwa. Uniknąć ich można przez włożenie na warstwę paliwa, przed zamknięciem pokrywy, kawałka zapalonego papieru, który wypali, w czasie zamykania pokrywy, tlen znajdujący się w górnej przestrzeni gazo-generatora. Przeciętnie po 2 do 3 min. dmuchania płomień opanowuje całą przestrzeń reakcyjną, a produkowany gaz nadaje się do zużytkowania w silniku. Jako sprawdzian jakości gazu można stosować próbę zapalania. Gaz winien palić się płomieniem jasnym i lekko niebieskawym. Z chwilą, gdy silnik zaskoczy, ilość obrotów należy wolno zwiększać, aby przekroczyć rodzaj „martwego punktu" gazo-generatora; następnie można obciążyć silnik normalnie. Bardzo częstym powodem złego zaskakiwania silnika jest osiadanie na elektrodach świec wilgoci, którą trzeba usunąć, wykręcając świecę.

Gazo-generatora nie powinno się zbytnio wypalać, pozbywamy się bowiem w ten sposób materiału, odpowiednio przygotowanego do zgazowywania; specjalnie na ten fakt należy zwrócić uwagę przy gazo-generatorach na drzewo, w których koniecznym jest codzienne wzruszanie warstwy węgla w przestrzeni reakcyjnej, ponieważ kruszący się węgiel drzewny, oraz pozostający popiół zatyka gardziel przestrzeni reakcyjnej, zwiększając opory przepływu, a tym samym zmniejszając dość znacznie moc silnika. Mniej więcej co 1500 km należy wymieniać węgiel zalegający przestrzeń reakcyjną. Gazo-generatory na inne paliwa winne być skonstruowane w ten sposób, aby oczyszczanie ich było łatwe, a w razie dłuższej przerwy w pracy n. p. po ukończeniu dalszego przejazdu należy gazo-generator wypalić możliwie jak najzupełniej i oczyścić go, w przeciwnym bowiem razie pozostająca w czasie pracy szlaka, stygnąc zanieczyszcza gazo-genetor i nie daje się łatwo usunąć, bez uszkodzenia wyłożenia gazo-generatora, do którego bardzo silnie przylega.

Zastosowanie gazo-generatora w samochodzie wymaga odpowiedniego przeszkolenia obsługi, ponieważ sama obsługa zespołu gazo-generator silnik jest bardziej skomplikowana, niż obsługa silnika benzynowego lub wysokoprężnego; poza tym prowadzenie pojazdu przy użyciu jako paliwa gazu drzewnego, wymaga specjalnego sposobu prowadzenia pojazdu, ponieważ mamy do czynienia z dość dużą bezwładnością gazo-generatora, w porównaniu z bardzo małą bezwładnością silnika, napędzanego benzyną. Zastosowanie gazo-generatora na samochodzie zmusza kierowcę do częstszej zmiany biegów. Poza tym kierowca musi zwracać uwagę na stan gazo-generatora, to znaczy musi pamiętać, że nie wystarczy otwarcie przepustnicy, by uzyskać większą moc z silnika, a musi być przewidującym i wcześniej przygotować gazo-generator do wzmożonej produkcji gazu. Jako przykład przytoczę długi zjazd, podczas którego silnik nie pracuje,

a następnie wjazd na chociażby niewielkie wzniesienie. W wypadku tym kierowca przed ukończeniem zjazdu musi w odpowiedniej chwili zacząć pobierać gaz z gazo-generatora, przymykając powietrze i paląc mieszankę zbyt bogatą. Stosowany czasami sposób wyłączania zapłonu prowadzi często do zaoliweinia elektrod świec, a w następstwie do pewnego opóźnienia momentu dostarczenia mocy przez silnik.

Praktyka wykazała, że stosowanie gazu drzewnego nie natrafia na żadne większe trudności, koniecznym jest jedynie wprowadzenie bardziej pieczołowitej obsługi garażowej, polegającej na oczyszczaniu z wody i popiołu, względnie lotnego węgla, oczyszczalników oraz utrzymania gazo-generatora w stanie gotowym do zapalenia przez okresową wymianę węgla w strefie reakcyjnej, oraz dopełnianie gazo-generatora paliwem.

Inż. Tadeusz Specht
Koło Inż. Sam. S.I.M.P

ŻELIWO CIĄGLIWE

Część I
WŁASNOŚCI I ZASTOSOWANIE

Wstęp

Żeliwo ciągliwe — lub jak dawniej nazywano „kujna leizna" lub „żeliwo kowalne" — w ostatnich latach zaczęło zwracać na siebie coraz baczniejszą uwagę świata technicznego i to zarówno przemysłowego, jak i naukowego.

Wynikiem tego jest stały wzrost jego produkcji, wybitne polepszenie własności oraz znaczne rozszerzenie zakresu stosowalności.

Kilka przytoczonych niżej wyjątków z prasy technicznej ostatnich kilku lat — podanych celowo w porządku chronologicznym — wskazuje na to wyraźnie.

W r. 1935 H. Dittmar[1]) pisze, iż pokazane na Targach Lipskich odlewy z żeliwa ciągliwego, a zwłaszcza własności jakie można uzyskiwać dla tego materiału — poprostu zaskoczyły wielu techników.

W tym samym roku E. Piwowarsky[2]) nadmienia, iż w niektórych odlewniach amerykańskich leje się nawet wały korbowe z żeliwa ciągliwego (z dodatkiem niklu).

W r. 1936 — na wystawie odlewniczej w Düsseldorfie[3]) żeliwo ciągliwe otrzymało obszerny i b. ciekawie urządzony dział. Wystawione okazy odlewów, jakoteż nagromadzony bardzo obszerny materiał statystyczny i badawczy, wykazał bardzo wysoki — do niedawna jeszcze nie przewidywany — poziom zarówno samych odlewów z żeliwa ciągliwego, jak i stanu wiedzy o tym tworzywie.

W tym roku również w Anglii[4]) dał się zauważyć silny popyt na żeliwo ciągliwe — zwłaszcza ze strony przemysłu samochodowego i maszyn rolniczych.

W r. 1937 — popyt ten wzrósł do tego stopnia, iż w Anglii[5]) dał się odczuć brak fachowców z tej dziedziny. Wszystkie odlewnie wykazały pełne zatrudnienie. Wiele z nich musiało się rozbudowywać, skutkiem czego niektóre zamierzenia produkcyjne nie mogły być na razie zrealizowane. Na przyszłość przewiduje się w Anglii dalsze znaczne rozszerzenie zastosowania żeliwa ciągliwego.

W chwili obecnej żeliwo ciągliwe znajduje już dość szerokie zastosowanie w szeregu przemysłów. jak:

a) przemysł samochodowy,
b) przemysł maszyn rolniczych,
e) kolejnictwo,
d) przemysł wojenny,
e) przemysł obrabiarkowy itp.

Niewątpliwie zakres ten będzie się w przyszłości rozszerzał w dalszym ciągu i to zarówno przez obejmowanie nowych gałęzi przemysłu, jak i przez rozszerzanie zastosowania w każdym poszczególnym przemyśle.

Charakterystyka ogólna

Żeliwo ciągliwe łączy w sobie dwie cenne właściwości: zalety odlewnicze żeliwa zwykłego oraz ciągliwość (mierzoną wydłużeniem), której żeliwo zwykłe nie wykazuje. Tworzywo to posiada przy tym wytrzymałość o wiele przewyższającą wytrzymałość żeliwa szarego, a dorównywującą w niektórych gatunkach wytrzymałości staliwa. Dzięki rzadkopłynności, a więc dobremu wypełnianiu formy, tworzywo to można stosować przy wszelkich przedmiotach cienkościennych, o skomplikowanych kształtach, dla których żeliwo szare byłoby materiałem zbyt słabym i niepewnym, staliwo zaś nastręczałoby duże, a często nieprzezwyciężone trudności odlewnicze.

Materiałem wyjściowym do otrzymania żeliwa ciągliwego, jest żeliwo białe, materiał b. twardy

---

[1]) H. Dittmar: Einiges über den Werkstoff Temperguss — *Die Giesserei 1935 r., str. 189—194.*

[2]) E. Piwowarsky: Herstellung und Verwendung von legiertem Gusseisen — *V.D.I. 1935 r., str. 1393—1396.*

[3]) R. Stotz: Temperguss — *Die Giesserei 1937 r., str. 187—191.*

[4]) Foundry Trade Journal *z 21 stycznia 1937 r., str. 49.*

[5]) Foundry Trade Journal *z 13 stycznia 1938 r., str. 27—28.*

i kruchy, w którym — jak wiadomo — cały węgiel występuje w formie związanej, jako cementyt (Fe_3C).

Żeliwo to poddane odpowiedniemu procesowi żarzenia (lub specjalnym zabiegom cieplnym) zmienia swą strukturę, a z nią i własności mechaniczne w takim stopniu, iż staje się ciągliwe, łatwo obrabialne i w pewnej mierze kowalne.

W zależności od jakości wytopu i od sposobu żarzenia, otrzymuje się dwie zasadnicze odmiany:

1. Żeliwo ciągliwe o białym złomie, t.zw. europejskie,
2. Żeliwo ciągliwe o czarnym złomie, t.zw. amerykańskie.

Pomiędzy nimi mogą wystąpić, otrzymane bądź celowo, bądź przypadkowo — formy pośrednie. Jedną z takich odmian pośrednich, otrzymywanych celowo, jest żeliwo ciągliwe perlityczne.

Obie zasadnicze odmiany różnią się pomiędzy sobą wyraźnie własnościami mechanicznymi, strukturą makro- i mikroskopową, oraz składem chemicznym, zarówno pierwotnym (t.j. takim jaki posiada t.zw. surowy odlew, z żeliwa białego) jak i ostatecznym (t.j. takim, jaki posiada odlew po wyżarzeniu na żeliwo ciągliwe).

Odlew surowy, przeznaczony na otrzymanie żeliwa ciągliwego o białym złomie, posiada zazwyczaj następujący skład chemiczny:

$$C = 2,6 — 3,3\%;\ Mn = 0,15 — 0,6\%$$
$$Si = 0,5—0,8\%;\ P = 0,06—0,13\%;\ S = 0,05—0,25\%$$

Żeliwo o składzie mieszczącym się w tych granicach, może być otrzymane z każdego pieca odlewniczego, a więc począwszy od żeliwiaka a skończywszy na piecu elektrycznym.

Odlew surowy, przeznaczony na otrzymanie żeliwa ciągliwego o czarnym złomie, posiada zazwyczaj skład chemiczny następujący:

$$C = 2,3—2,7\%;\ Mn = 0,15—0,35\%$$
$$Si = 0,8—1,2\%;\ P = 0,06—0,12\%;\ S = 0,05—0,12\%$$

W tym wypadku, ze względu na małą zawartość węgla, otrzymywanie żeliwa z kopulaka jest b. utrudnione. Otrzymuje się więc je zazwyczaj z pieców Siemens-Martina, lub rotacyjnych (Brackelsberga lub Schmitza), rzadziej z pieców tyglowych lub wreszcie elektrycznych. Może tu też być stosowany proces złożony: duplex.

Żeliwo ciągliwe o białym złomie tzw. europejskie

Określenie „żeliwo ciągliwe o białym złomie", pochodzi stąd, iż charakterystyczną cechą tego tworzywa jest wygląd jego złomu, który powinien być jasny — błyszczący lub matowy.

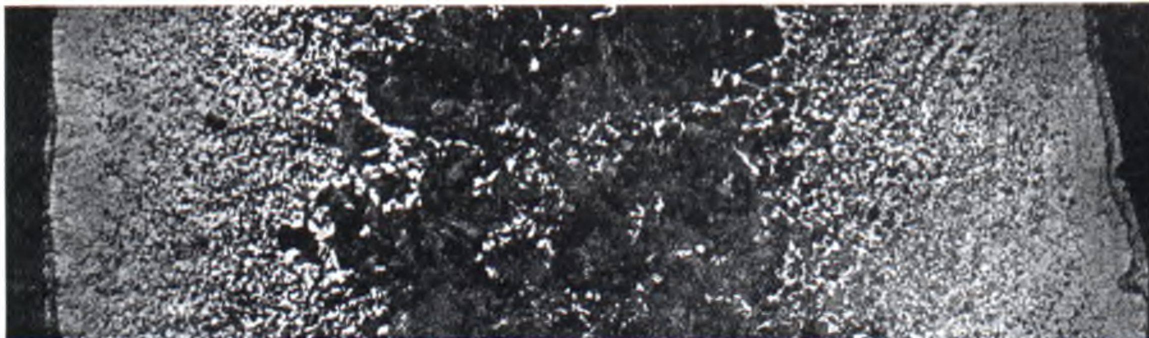
Określenie „żeliwo ciągliwe europejskie", pochodzi stąd, że dla uzyskania go, użyto procesu wynalezionego w Europie — i do dziś, poza Europą prawie wcale nie stosowanego[6]).

Proces ten polega na żarzeniu surowych odlewów (z żeliwa białego) w środkach, wydzielających tlen. Środkiem takim jest najczęściej hematyt (Fe_2O_3), zwany inaczej żelaziakiem czerwonym — jedna z najbardziej rozpowszechnionych rud żelaznych. Na skutek wysokiej temperatury oraz atmosfery utleniającej, następuje rozkład cementytu (czasem niezupełny) oraz wypalanie węgla, czyli odwęglenie, powodujące pewną miękkość i ciągliwość tworzywa.

Odwęglenie to jest zależne od szeregu czynników, z których najważniejsze są: skład chemiczny surowego odlewu, grubość jego ścianek, czas żarzenia oraz intensywność środka utleniającego. Przy ściankach cienkich, nie przekraczających kilku milimetrów, można przez odpowiednio dobrane czasy żarzenia (jednak w granicach możliwych dla stosowania w praktyce) uzyskać odwęglenie bardzo silne, czasami prawie zupełne, lub nawet zupełne. Przy ściankach grubszych natomiast, praktycznie nie daje się już uzyskać zbyt silnego odwęglenia, w następstwie czego, zawsze w tworzywie pozostanie pewna ilość węgla, częściowo w formie elementarnej t.zw. węgla żarzenia, częściowo zaś w formie związanej t.j. perlitu, albo w grubszych przekrojach czasami i wolnego cementytu. Obecność perlitu podnosi wprawdzie wytrzymałość, ale równocześnie silnie obniża wydłużenie; obecność zaś twardego i kruchego cementytu, wo-

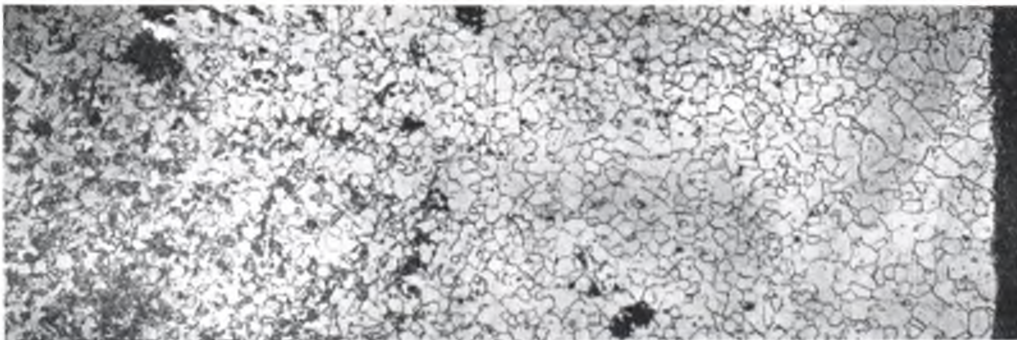
[6]) Pierwszy patent na otrzymywanie żeliwa ciągliwego uzyskał w Anglii, w r. 1670, książę Ruprecht z Pfalz'u. Pierwszą pracę naukową na temat żeliwa ciągliwego napisał i wydał w r. 1722, znany wynalazca francuski, Reaumur. Od niego żeliwo europejskie nosi również (we Francji) nazwę żeliwa ciągliwego Reaumura.

× 30 traw. HNO_3



Rys. 1.

× 75 traw. HNO_3



Rys. 2.

góle stawia pod znakiem zapytania możliwość użycia odlewu.

Dla przykładu, podano na rys. 1, 2 i 3 mikrofotografie żeliwa ciągliwego europejskiego.

Rys. 1 — przedstawia mikroskopowy obraz całego przekroju ścianki o grub. około 5 mm, z odlewu o białym złomie. Na fotografii widoczne jest obustronne odwęglenie, sięgające na głębokość ok. ⅓ grubości ścianki z każdej strony. W partiach odwęglonych struktura ferryt i perlit, przy czym im bliżej środka, tym więcej perlitu. W rdzeniu prawie czysty perlit. Zupełne odwęglenie, charakteryzujące się na omawianej fotografii występowaniem czystego ferrytu — sięga zaledwie na głębokość 0,1 — 0,2 mm (na rys. 1, który wykonany jest w powiększeniu × 30, wynosi to 3 — 6 mm). Poza tą ostatnią strefą, w całym przekroju, na tle ferrytu i perlitu względnie czystego perlitu, występują gniazda węgla żarzenia.

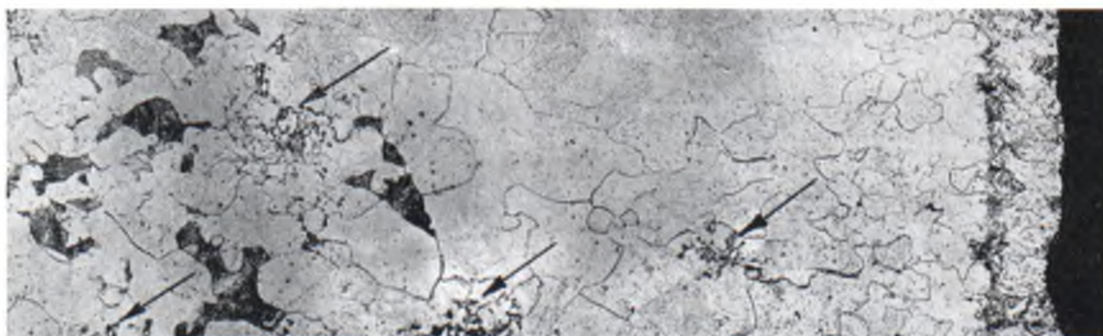
Rys. 2 — przedstawia mikroskopowy obraz brzegu ścianki o grubości około 7 mm, z odlewu o białym złomie. Tu odwęglenie zupełne, charakteryzujące się występowaniem czystego ferrytu, sięga już znacznie głębiej, gdyż na głębokość około 1 mm. (powiększenie × 75). W miarę zbliżania się ku środkowi ścianki (na rys. przy posuwaniu się w lewo) zaczynają pokazywać się w coraz większych ilościach pólka perlitu, oraz normalnie wykształcone gniazda węgla żarzenia. W samym rdzeniu (na rys. już niewidoczny) występuje prawie czysty perlit (i węgiel żarzenia).

Rys. 3 — przedstawia mikroskopowy obraz brzegu ścianki o grubości ok. 6 mm, z odlewu o białym złomie. Tu odwęglenie jest prawie zupełne w całym przekroju ścianki. Rdzeń (na rys. niewidoczny) posiada taką samą budowę, jak lewa strona rys., t.zn. na tle ferrytu występują nieliczne pola perlitu, oraz szczątkowy węgiel żarzenia, oznaczony na rys. strzałkami. Na omawianym rysunku zwracają uwagę bardzo duże ziarna, których rozrost jest wynikiem, z jednej strony długiego czasu żarzenia (potrzebnego dla uzyskania tak silnego odwęglenia) w wysokiej temperaturze, z drugiej strony wpływem tlenu. Wzrost ziarn jest doskonale widoczny, gdyż rys. 2 i 3 są wykonane w tym samym powiększeniu (× 75).

Z przytoczonych mikrofotografii, oraz z tego co wyżej powiedziano, wynika, że żeliwo ciągliwe o białym złomie, jest materiałem w silnym stopniu niejednorodnym. Nawet w odlewach cienkościennych mogą wystąpić, głównie w zależności od czasu żarzenia, bardzo znaczne różnice w głębokości odwęglenia, jak to miało miejsce w odlewach, których mikrobudowę pokazano na rys. 1, 2 i 3. Wszystkie te odlewy, miały grubość prawie jednakową (od 5 do 7 mm). To też o ile chce się przytoczyć dane co do ilości węgla spotykanego normalnie w ściankach o pewnej grubości (np. 3 — 5 mm), należy podać b. szerokie granice. Dane te podaje tabela I[7]).

[7]) R. Stotz: Temperguss — Werkstoff — Handbuch Stahl u. Eisen — Düsseldorf — 1937 — str. K 1—3.

× 75 traw. HNO_3



Rys. 3.

TABLICA I.
Zawartość węgla, w zależności od grubości ścianek, dla żeliwa ciągliwego o białym złomie.

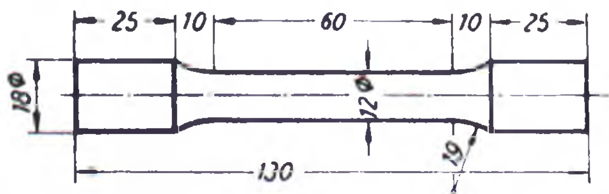
Grubość ścianek w mm	Węgiel całkowity w %	Węgiel związany w %	Węgiel żarzenia w %
3—5	0,1—0,6	do 0,5	0,1—0,3
5—10	0,3—1,4	0,1—0,8	0,2—0,6
10—15	0,5—2,2	0,3—1,2	0,2 1,0
ponad 15	0,9—2,8	0,6—1,6	0,3 - 1,2

Ta niejednorodność strukturalna i chemiczna, odbija się silnie na własnościach mechanicznych żeliwa ciągliwego o białym złomie.

Twardość miękkiej warstwy ferrytycznej na powierzchni odlewu, wynosi ok. 125 jednostek Brinella, rosnąc stopniowo w miarę posuwania się w głąb materiału, przy czym w rdzeniu spotyka się często 150 — 180 jedn. Brinella, zaś w grubszych odlewach, gdzie nie rzadko występuje wolny cementyt, dochodzi do 220 i więcej jedn. Brinella.

Podobnie zmienia się i wytrzymałość. Dla ścianek cienkich, silniej odwęglonych, jest ona niższa, przy odpowiednio dużym wydłużeniu; dla ścianek grubszych rośnie, z równoczesnym silnym spadkiem wydłużenia.

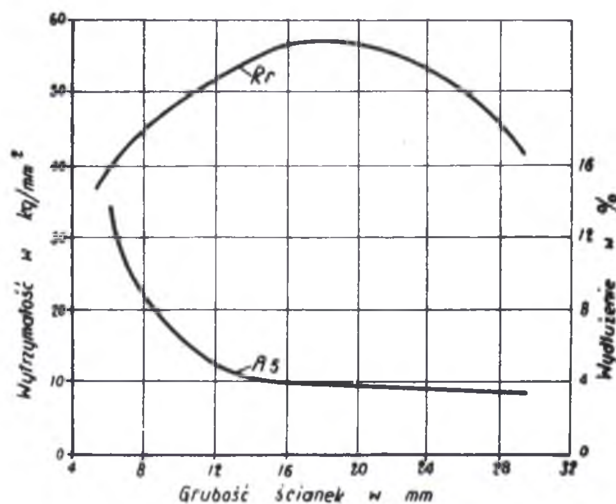
Wobec tak dużej niejednorodności materiału, określanie jego wytrzymałości na podstawie próbek, pobieranych z odlewów, nie daje żadnej orientacji co do istotnych własności tworzywa w różnych miejscach odlewu. Umówiono się zatym, że dla badania własności wytrzymałościowych żeliwa ciągliwego, używać się będzie pewnych próbek normalnych, odlanych oddzielnie, lecz z tego samego wytopu co dana partia odlewów i poddanych razem z nimi procesowi żarzenia. Ponieważ dla każdej grubości ścianek przedmiotów trudno byłoby odlewać próbki odpowiedniej grubości — przeto w normach szeregu państw (między nimi i w Polsce), jako normalną przyjęto próbkę, posiadającą średnicę 12 mm. Próbkę taką przedstawia rys. 4. Próbki zrywa się w stanie mechanicznie nieobrobionym.



Rys. 4.

Wydłużenie mierzy się na długości pomiarowej 5d (A_5). Oczywiście, próbka taka również nie oddaje dokładnie własności odlewu w każdym jego miejscu.

Własności najbardziej zbliżone do wykazanych przez próbkę, posiadają jedynie ścianki o tej samej lub podobnej grubości (10 — 12 mm). Ba-

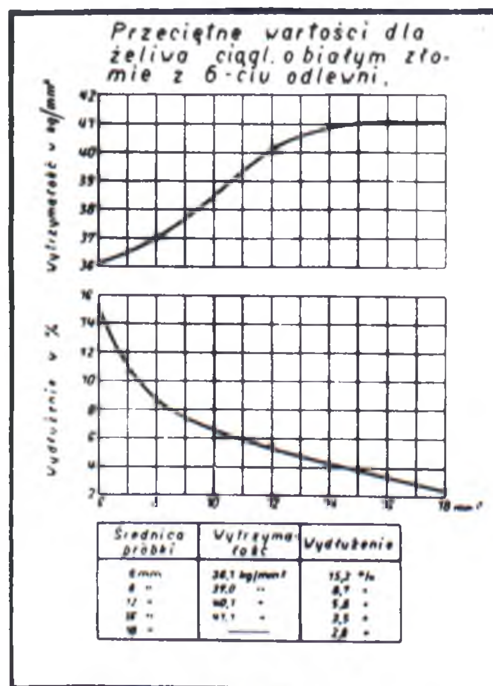


Rys. 5.

dania[8]) przeprowadzone na próbach o różnej grubości (od 4 do 30 mm — lanych oddzielnie), wykazały jak bardzo zmieniają się własności wytrzymałościowe w zależności od średnicy. Analogicznie będą się zmieniały własności wytrzymałościowe w zależności od grubości ścian odlewu. Przegląd zmian tych własności daje wykres[8]) przedstawiony na rys. 5.

Wytrzymałość i wydłużenie podane na tym wykresie odnoszą się do żeliwa ciągliwego o białym złomie, pochodzącego z pieca Siemens - Martina, a więc prawdopodobnie niskowęglistego czyli wysokowartościowego.

Są to więc wartości przewyższające te, które uzyskuje się dla żeliwa ciągliwego o białym zło-



Rys. 6.

[8]) F. Roll: Festigkeit von S. M. Ofen — Temperguss in Abhängigkeit der Wandstärke — *Die Giesserei 1934 r. — str. 312 — 313.*

mie, normalnej jakości t.j. pochodzącego przeważnie z żeliwiaków.

Na wykresie powyższym (rys. 5) zwraca uwagę fakt, iż wytrzymałość rośnie jedynie do pewnej grubości ścianek (ok. 18 mm), po przekroczeniu której, zaczyna maleć.

To też przy stosowaniu próbek grubszych od „normalnych", używanych dla celów specjalnych lub badawczych — nie przekracza się przeważnie średnicy 18 mm, dla której to maksymalnej grubości, sporządzane są zazwyczaj wykresy podające zależność wytrzymałości i wydłużenia, od średnicy próbek.

Jeden z takich wykresów, ilustrujący średnie wartości, uzyskane przez 6 różnych (niemieckich) odlewni — dla żeliwa ciągliwego normalnej jakości — przedstawia rys. 6[9]).

Są to wartości wyraźnie niższe od tych, które — dla żeliwa ciągliwego wysokowartościowego — podano na rys. 5.

Opierając się na powyższych wykresach można w przybliżeniu przyjąć:

a) dla odlewów cienkościennych (5 — 10 mm) wytrzymałość Rr = 32 — 40 kg/mm², przy wydłużeniu A_5 = 6 — 14%.

b) dla odlewów grubościennych (15 — 20 mm) wytrzymałość Rr = 40 — 55 kg/mm², przy wydłużeniu A_5 = 1 — 3%. Odchylenia od powyższych wartości są oczywiście zawsze możliwe. Nawet dla tej samej grubości ścianki, różnice we własnościach mogą być bardzo duże, w zależności od składu chemicznego (ilości węgla), głębokości odwęglenia itp.

Ta duża niejednorodność materiału, wyrażająca się różnicą własności mechanicznych i struktury, w każdym miejscu odlewu, ma b. poważny — i to wyraźnie ujemny — wpływ, na obrabialność żeliwa ciągliwego o białym złomie. (Pewne liczbowe dane dotyczące obrabialności, będą podane niżej). Trudności obróbkowe dają się zwłaszcza dotkliwie we znaki, w pewnych okolicznościach, przy produkcji masowej czy seryjnej, na zasadach której pracuje przemysł samochodowy.

Z jednej strony, zwłaszcza przy obróbce otworów w grubszych przekrojach np. nadlewach, napotyka się często na twarde miejsca, bogate w wolny cementyt, co powoduje b. szybkie tępienie narzędzi lub nawet ich zniszczenie; z drugiej strony — z powodu b. miękkiej, odwęglonej powierzchni, „zaciągającej" się pod nożem w czasie obróbki, uniemożliwione jest stosowanie dużych szybkości skrawania, jak również utrudnione uzyskanie ścisłych tolerancyj wymiarowych.

Poza tym jeżeli odlew zamiast okrągły, jest mniej lub więcej owalny, powstają trudności obróbkowe innego rodzaju. Wówczas bowiem nóż, przy toczeniu, z warstwy odwęglonej, miękkiej, wchodzi w warstwę twardą, powodując t.zw. zarywanie. Podobny wpływ ma również przesunięcie otworów, przeznaczonych do obróbki na tokarniach.

Oba powyższe błędy, o ile chodzi o obróbkę, nie mają żadnego znaczenia w każdym innym materiale używanym na odlewy.

Dokładna znajomość żeliwa ciągliwego o białym złomie, pozwala ustalić pewne wskazania, przy przestrzeganiu których, tworzywo to — pomimo wyraźnej niejednorodności — może dać zupełnie zadowalające, a często doskonałe wyniki.

Wskazania te, które dotyczą zarówno konstruktora jak i odlewni, są następujące:

1. Konstruktor powinien pamiętać że:
   a) należy unikać odlewów o zbyt grubych ściankach t.j. powyżej ok. 18 mm. (15 — 20 mm),
   b) należy stosować, o ile jest to tylko możliwe, odlewy o jednakowej grubości ścianek,
   c) najlepsze wyniki uzyskuje się w odlewach cienkościennych (5 — 10 mm).
2. Odlewnia powinna dbać:
   a) o możliwie dokładne opanowanie strony wymiarowej odlewów, aby dzięki temu wyrugować wszelkie trudności natury użytkowej i obróbkowej.
   b) o produkt prawidłowy i korzystny pod względem materiałowym t.j. posiadający przepisane własności mechaniczne oraz nie wykazujący żadnych wad jak np. spalenia powierzchniowego, niekorzystnego kształtu węgla żarzenia, wtrąceń wolnego cementytu (spotykanego czasami nawet w odlewach cienkościennych), nadmiernego przegrzania, zbyt dużego zanieczyszczenia siarką lub fosforem itp.

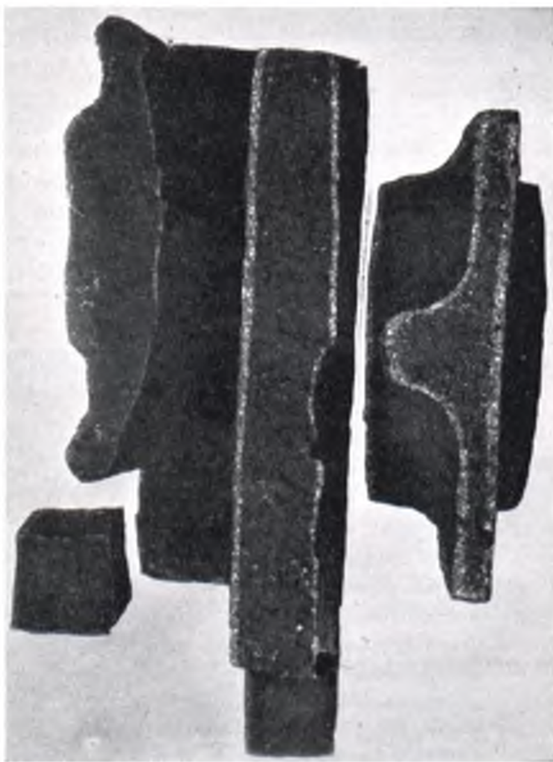
W całym europejskim przemyśle samochodowym, żeliwo ciągliwe o białym złomie, znajduje b. szerokie zastosowanie. Składa się na to szereg przyczyn. Przede wszystkim, dzięki przestrzeganiu podanych wyżej wskazań — zarówno ze strony konstruktora jak i odlewni, stojących na odpowiednim poziomie, otrzymuje się produkt spełniający wysokie żądania jakie mu stawia przemysł samochodowy. Pozatym żeliwo ciągliwe o białym złomie, dzięki możliwości otrzymywania go z żeliwiaka, jest ogólnie biorąc, tańsze, aniżeli inne odmiany tego tworzywa. Wreszcie, jeżeli się uwzględni. iż ten gatunek żeliwa ciągliwego posiada w Europie pewną tradycję, ugruntowaną całymi latami doświadczeń, nad którymi odlewnie i warsztaty bardzo niechętnie przeszłyby do porządku dziennego, łatwo zrozumieć, że długo jeszcze utrzyma ono swoje przodujące stanowisko w europejskim przemyśle samochodowym.

Żeliwo ciągliwe o czarnym złomie t.zw. amerykańskie

Określenie „żeliwo ciągliwe o czarnym złomie", pochodzi stąd, iż charakterystyczną cechą tego tworzywa jest wygląd jego złomu, który powinien być na całej powierzchni czarny. O ile obrzeże

[9]) E. Piwowarsky: Der Eisen- und Stahlguss. Düsseldorf — str. 119 rys. 103.

Naturalna wielkość



Rys. 7.

złomu jest jasne a rdzeń czarny, wówczas odmiana taka otrzymuje nazwę żeliwa ciągliwego czarnordzeniowego. Należy nadmienić, iż w praktyce, żeliwo ciągliwe w którym jasne obrzeże jest bardzo cienkie t.j. nie przekraczające np. 0,5 wzgl. 1 mm., uważa się za żeliwo ciągliwe o czarnym złomie.

Określenie „żeliwo ciągliwe amerykańskie" pochodzi stąd, że dla uzyskania go, użyto procesu wynalezionego w Ameryce (około 100 lat temu, przez Boydena).

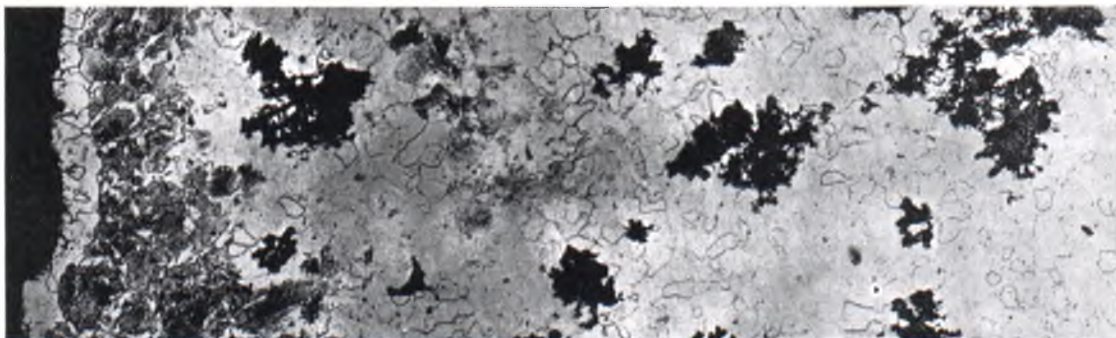
Proces ten polega na żarzeniu surowych odlewów (t.zn. z żeliwa białego) w środkach obojętnych t.j. nie wydzielających tlenu (np. w piasku, opiłkach żeliwnych itp.). Na skutek wysokiej temperatury, następuje rozkład cementytu, dający w fazie końcowej procesu ferryt i węgiel żarzenia (węgiel elementarny); dzięki zaś obojętnej atmosferze, węgiel nie ulega wypaleniu lecz pozostaje w niezmienionej ilości.

W ten sposób otrzymuje się materiał jednolity pod względem składu chemicznego i struktury. w każdym miejscu przekroju; wszędzie występuje tylko ferryt i węgiel żarzenia. Jedynie cienkie jasne obrzeże, widoczne (nie zawsze) na złomie, posiada budowę odmienną od reszty przekroju. Zazwyczaj jest to warstewka tak cienka, że nie wpływa praktycznie na ogólne własności tworzywa. Dla przykładu pokazano na rys. 7, 8, 9 i 10, budowę makro- i mikroskopową kilku odlewów.

Rys. 7 — przedstawia wygląd złomów odlewów z żeliwa ciągliwego o czarnym złomie. Niektóre złomy wykazują jasną obwódkę dość szeroką (ok. 1 mm) inne, prawie zupełnie niewidoczną.

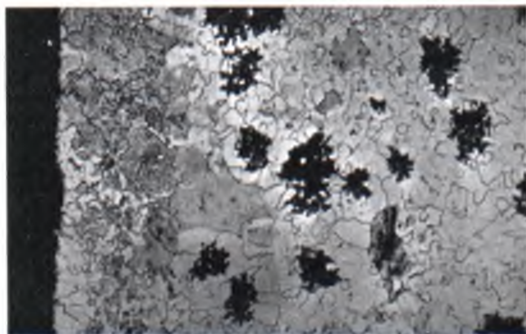
Rys. 8 — przedstawia obraz mikroskopowy brzegu ścianki o grubości ok. 40 mm, z odlewu

× 75 traw. HNO_3



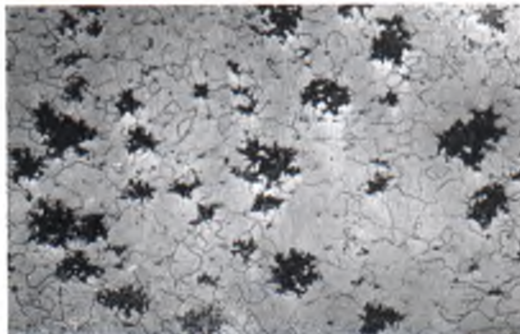
Rys. 8.

× 75 traw. HNO_3



Rys. 9.

× 75 traw. HNO_3



Rys. 10.

czarnordzeniowego. Widoczne na złomie jasne obrzeże, wykazuje mikroskopowo budowę dwuwarstwową, składającą się z pasemka czystego ferrytu, pod którym występuje grubsza warstwa perlitu. Poza tym w całym przekroju budowa jest jednakowa, wykazująca gniazda węgla żarzenia na tle czystego ferrytu. Budowa taka jest typową dla żeliwa ciągliwego czarnordzeniowego. W tym szczególnym wypadku gniazda węgla żarzenia są dość duże; normalnie bywają one mniejsze (jak na następnych rys.).

Rys. 9 i 10 — przedstawiają obraz mikroskopowy brzegu oraz rdzenia, ścianki o grubości ok. 12 mm, z odlewu czarnordzeniowego. W tym wypadku struktura jasnego obrzeża widocznego na złomie, odbiega nieco od swej typowej t.j. dwuwarstwowej budowy, gdyż nie wykazuje wszędzie pasemka ferrytu, oddzielającego grubszą warstwę perlitu od powierzchni odlewu[10]). Rdzeń odlewu (rys. 10), posiada już budowę normalną t.j. ferrytyczną z węglem żarzenia przeciętnej wielkości.

Z opisanych przykładów oraz z tego co wyżej powiedziano wynika, że żeliwo ciągliwe o czarnym złomie względnie czarnordzeniowe jest materiałem, którego skład chemiczny i struktura w zasadzie nie zależy od grubości ścianek. Teoretycznie, całkowity węgiel powinien wystąpić w formie węgla żarzenia. W praktyce, pewna ilość węgla występuje w formie związanej; ilość ta jednak nie przekracza normalnie 0,1 — 0,15%.

Ta jednorodność materiału znajduje pełne odzwierciedlenie we własnościach mechanicznych, a więc twardości, wytrzymałości oraz wydłużeniu, które praktycznie biorąc, można uważać za niezmienne w każdym miejscu przekroju, czyli prawie niezależne od grubości odlewu.

Jak nie wielkich zmian własności należy się spodziewać w odlewach o b. różnych grubościach ścian, pokazuje wykres na rys. 11, przedstawiający zależność wytrzymałości i wydłużenia od grubości ścianek w odlewach z żeliwa ciągliwego o czarnym złomie[8]). Wytrzymałość i wydłużenie podane na tym wykresie, nie odpowiadają wartościom przeciętnie spotykanym. Odnoszą się one do pewnego szczególnego wypadku, a mianowicie do żeliwa ciągliwego o czarnym złomie (pochodzącego z pieca Siemens-Martina), prawdopodobnie niskowęglistego, czyli wysokowartościowego. Węgiel bowiem, posiada b. duży wpływ na własności wytrzymałościowe żeliwa ciągliwego o czarnym złomie. Im będzie go więcej, im zatym jest więcej gniazd węgla żarzenia rozdzielających spoistość materiału, tym własności będą gorsze i na odwrót. Podczas gdy w r. 1910, Moldenke[11]) w swej książce o żeliwie ciągliwym, przepisywał dla żeliwa ciągliwego amerykańskiego, conajmniej 2,75% węgla, to już w r. 1931, niektóre odlewnie amerykańskie, otrzymywały w bieżącej produkcji odlewy o zawartości 2,00 — 2,25% węgla. Oczywiście otrzymywanie żeliwa o tak małym węglu, wymaga stosowania odpowiednich pieców, oraz daje pewne kłopoty odlewnicze. To też przeciętnie stosuje się na odlewy o czarnym złomie (jak podano w rozdz. p.t. Charakterystyka ogólna) żeliwo o zawartości 2,3 — 2,7% węgla.

Odpowiednio do tego, przeciętne wartości na jakie można liczyć w odlewach z żeliwa ciągliwego o czarnym złomie, niezależnie od grubości ścianek, są następujące:

Wytrzymałość $Rr = 30 — 37$ kg/mm² oraz wydłużenie $A_5 = 6 — 12\%$. Oczywiście pewne odchylenia tak w górę jak i w dół, zarówno co do wytrzymałości jak i wydłużenia, są zupełnie możliwe i nawet dość częste.

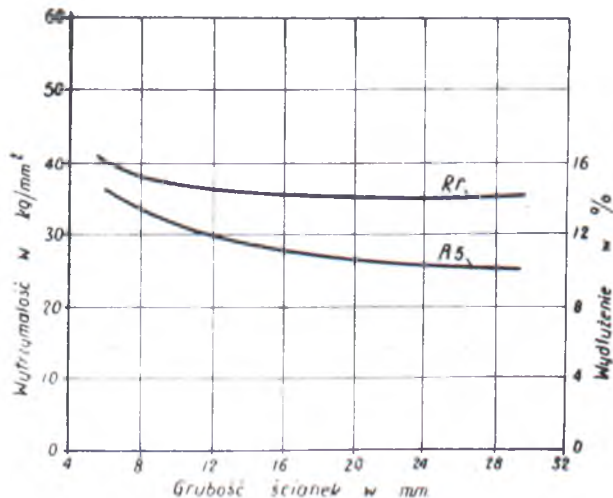
Własności wytrzymałościowe żeliwa ciągliwego o czarnym złomie określa się również na podstawie próbek normalnych (o kształcie takim jak dla żeliwa ciągliwego o białym złomie), odlanych oddzielnie z tego samego stopu co dana partia odlewów i razem z nimi poddanych procesowi żarzenia. Zrywa się je również w stanie mechanicznie nieobrobionym.

Twardość żeliwa ciągliwego o czarnym złomie wynosi przeciętnie 110 — 130 jedn. Brinella; w żeliwie c. czarnordzeniowym jedynie warstewka zewnętrzna miewa twardości wyższe, co jest jednak bez praktycznego znaczenia.

Duża jednorodność tego materiału, daje swobodę konstruktorowi, który nie jest już tak skrępowany, jak przy projektowaniu z żeliwa ciągliwego o białym złomie. Może on dojść z grubością ścianek do 40 a nawet 50 mm. bez obawy o zbytni spadek wydłużenia i kruchość.

Obrabialność żeliwa ciągliwego o czarnym złomie, jak wykazała praktyka warsztatowa, oraz badania laboratoryjne. (o których będzie mowa dalej) jest znacznie lepsza aniżeli żeliwa ciągliwego o białym złomie. Dobra obrabialność jest tu wynikiem z jednej strony struktury tworzywa,

[10]) Jest to zresztą zjawisko b. często spotykane, jakkolwiek w pewnych wypadkach — np. gdy chodzi o odporność przeciwko korozji — niekorzystne. Normalnie na takie „subtelności" nie zwraca się uwagi a jasne obrzeże traktuje się ogólnie jako „perlityczne".



Rys. 11.

[11]) *Die Giesserei — 1937 r. — str. 575 — 76.*

z drugiej — jego jednorodności. Dzięki strukturze, przedstawiającej ziarna ferrytu poprzerywane gniazdami węgla żarzenia, materiał skrawa się lekko, dając przy tym łamliwy wiór. Węgiel żarzenia, działając tu podobnie jak siarczki w stalach automatowych, umożliwia stosowanie bardzo dużych szybkości skrawania i przyczynia się do tego, że pomimo swej miękkości, materiał przy obróbce nie ulega t.zw. zaciąganiu. Z drugiej strony, dzięki jednorodności tworzywa, unika się tych wszystkich trudności, o których była mowa przy obróbce żeliwa ciągliwego europejskiego.

Żeliwo ciągliwe o czarnym złomie znajduje przede wszystkim szerokie zastosowanie w Ameryce, która jest jego ojczyzną, i gdzie, zwłaszcza o ile idzie o przemysł samochodowy, jest ono prawie wyłącznie stosowane.

W przemyśle samochodowym europejskim, jak dotąd, jest ono stosowane raczej wyjątkowo.

Powodów tego stanu rzeczy należy szukać na tej samej płaszczyźnie, na której można było znaleźć przyczyny silnego rozpowszechnienia w Europie, żeliwa ciągliwego o białym złomie.

Żeliwo ciągliwe perlityczne

Własności, otrzymywane przeciętnie dla obu typowych odmian żeliwa ciągliwego, okazały się, wobec coraz wyższych żądań, jakie stawia dzisiejszy przemysł materiałom konstrukcyjnym, niewystarczające. Odnosi się to w pierwszym rzędzie do przemysłu samochodowego, który w swych konstrukcjach stosuje niejednokrotnie elementy tak wysoko obciążone, że np. żeliwo ciągliwe o czarnym złomie — dające przeciętnie wytrzymałość 30 — 37 kg/mm² — byłoby materiałem za słabym. Żeliwo ciągliwe o białym złomie, normalnej jakości, może dać w przekrojach mało odwęglonych a więc np. w grubych ściankach, wytrzymałości dochodzące do 50 (a nawet czasem i więcej) kg/mm²; łączy się to jednak ze spadkiem wydłużenia i kruchością odlewu. Pozatym — ponieważ własności żeliwa ciągliwego europejskiego, zmieniają się bardzo wyraźnie w zależności od wielkości przekroju, może się zdarzyć, że w elementach, które ze względów konstrukcyjnych muszą posiadać ściany o różnej grubości, ścianki cieńsze (w których specjalnie zależałoby na dużej wytrzymałości) będą miały, na skutek silniejszego odwęglenia, wytrzymałość małą.

Okazała się zatym potrzeba wypracowania takiej odmiany żeliwa ciągliwego, któraby, jak żeliwo o czarnym złomie — wykazywała niezależnie od grubości ścianek niezmienną, lecz znacznie wyższą wytrzymałość, przy możliwie korzystnym wydłużeniu.

Tworzywo takie pokazało się ostatnio na rynku światowym pod ogólną nazwą żeliwa ciągliwego perlitycznego. Charakteryzuje się ono tym, iż w każdym miejscu przekroju, bez względu na grubość ściany, posiada jednakową budowę czystego lub prawie czystego perlitu z równomiernie rozłożonym i niezbyt obfitym węglem żarzenia.

Budowę taką otrzymać można przez żarzenie surowych odlewów w środkach obojętnych (lub słabo utleniających), przy czym proces winien być zakończony znacznie wcześniej jak przy normalnym sposobie. Dzięki odpowiednio wczesnemu przerwaniu żarzenia, roztwór stały o eutektoidalnej zawartości węgla, nie ulega dalszemu rozkładowi (na węgiel żarzenia i ferryt) lecz po łagodnym ostygnięciu przechodzi w perlit, po szybszym zaś w sorbit, itd.

Normalnie tłem dla węgla żarzenia jest perlit lamelarny, lub perlit o charakterze sorbitycznym. Pewne ilości ferrytu są prawie zawsze spotykane; czasami na tle perlitu występuje wolny cementyt. W tym wypadku, odlew jest wadliwy.

Własności normalnego żeliwa ciągliwego perlitycznego są następujące:

Wytrzymałość $Rr = 55 — 70$ kg/mm²

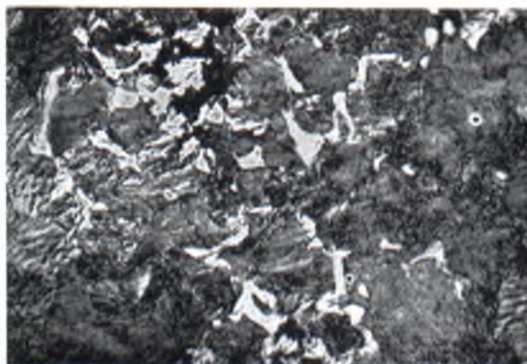
Wydłużenie $A_{..} = 2 — 5\%$.

Otrzywiście własności te zależą w silnym stopniu od składu chemicznego (głównie od ilości węgla), oraz od sposobu żarzenia i studzenia. W pewnych wypadkach mogą być stosowane dodatki stopowe[12]).

Rys. 12, 13 i 14 — przedstawiają mikrobudowę żeliwa ciągliwego perlitycznego z czystym perlitem pasemkowym (rys. 12), z perlitem i pewną

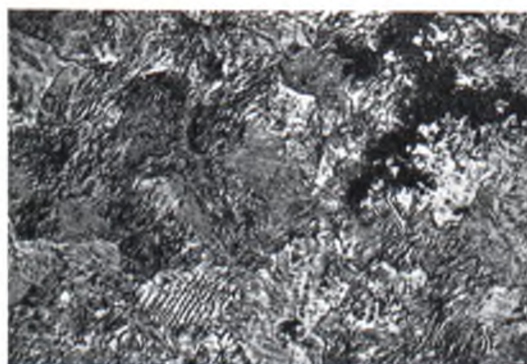
[12]) *Revue du Nickel — 1938 — Nr 2.*

× 300 traw. HNO_3



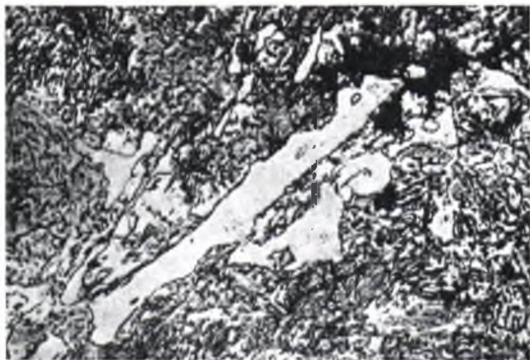
Rys. 12.

× 300 traw. HNO_3



Rys. 13.

× 300 traw. HNO_3



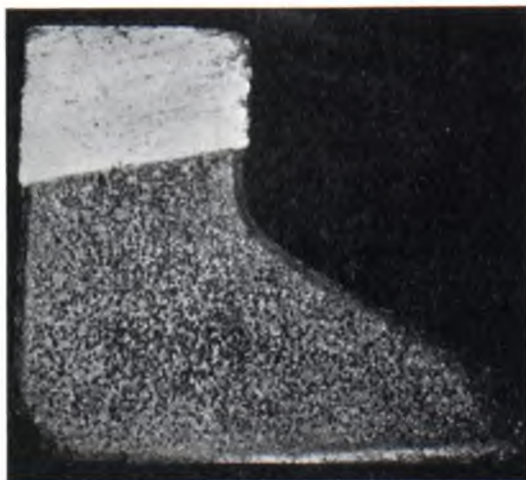
Rys. 14.

ilością ferrytu (rys. 13) oraz z perlitem i wolnym cementytem (rys. 14).

Znacznie szlachetniejszą odmianę żeliwa ciągliwego perlitycznego stanowi tworzywo, w którym cały perlit występuje w postaci nie pasemkowej lecz kulkowej. Otrzymuje się go przez odpowiednio zmodyfikowane żarzenie, lub procesy cieplne, powodujące koagulację cementytu, t. j. przejście z postaci pasemkowej w kulkową. Otrzymane w ten sposób tworzywo będzie posiadało nieco niższą wytrzymałość, ale zato znacznie lepsze wydłużenie, aniżeli normalne żeliwo ciągliwe perlityczne.

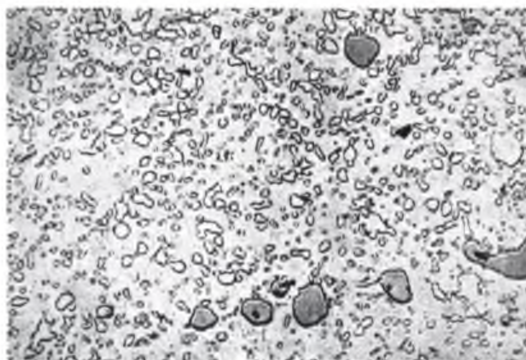
Żeliwo takie jest do pewnego stopnia szczytem osiągniętym w tej dziedzinie produkcji. Posiada ono wytrzymałość wahającą się w granicach $R_r = 45—60$ kg/mm² przy wydłużeniu $A_5 = 4 \div 10\%$. Najczęściej wytrzymałość wynosi $R_r = 55 \pm 5$ kg/mm² przy wydłużeniu $A_5 = 6 \pm 2\%$. Granica płynności wynosi ok. $60 \div 80\% R_r$, podczas gdy w żeliwie ciągliwym o białym lub o czarnym złomie, wynosiła tylko $50 — 60\% R_r$. Własności te są jednakowe w każdym miejscu przekroju, bez względu na grubość ścianek, podobnie jak i struktura, która wszędzie wykazuje drobne kuleczki cementytu, oraz mniejsze lub większe ilości węgla żarzenia na tle czystego ferrytu.

× 2 traw. HNO_3



Rys. 15.

× 400 traw. HNO_3



Rys. 16.

Obrabialność tego tworzywa jest dobra.

Dla przykładu podano na rys. 15 i 16 budowę makro i mikroskopową zagranicznego odlewu (f-my G. Fischer — Szwajcaria).

Rys. 15 — przedstwia wygląd złomu. Barwa złomu, oglądanego okiem nieuzbrojonym, jest szara. Przy bliższej obserwacji lub w pewnym powiększeniu, widoczne są na szarym tle, czarne punkciki (węgiel żarzenia).

Ani jednak barwa złomu, ani widoczne na nim czarne punkciki, nie są cechą charakterystyczną tego tworzywa. Istotną cechą jest jego budowa strukturalna.

Rys. 16 — przedstawia obraz mikroskopowy wspomnianego wyżej odlewu. Na mikrofotografii widoczne są (w pow. × 400) dość duże kuleczki cementytu na tle ferrytu. Większe szare pola przedstawiają siarczek manganu. Struktura taka (oczywiście z węglem żarzenia, którego na tej fotografii nie widać) istnieje w każdym miejscu przekroju, bez względu na grubość odlewu.

Na koniec należy nadmienić, że żeliwo ciągliwe perlityczne, zarówno zwyczajne, jak i z cementytem kulkowym, da się otrzymać nietylko przez odpowiednie żarzenie lub specjalne zabiegi cieplne, z żeliwa białego (surowego); można je również uzyskać z gotowego już żeliwa ciągliwego o czarnym złomie, poddając je odpowiedniej obróbce cieplnej. (Dokładniejsze dane będą przytoczone w II części niniejszego artykułu).

Niektóre specjalne własności żeliwa ciągliwego

Dotychczas zostały omówione typowe własności, przy pomocy których staramy się scharakteryzować dane tworzywo. Do własności tych, w odniesieniu do omawianego żeliwa ciągliwego, należy zaliczyć: wytrzymałość na rozciąganie, wydłużenie, budowę makro- i mikroskopową, skład chemiczny, własności odlewnicze itp.

Dla wielu wypadków taka charakterystyka materiału w zupełności wystarcza. Wiadomo jednak, iż wymienione własności, nie wyczerpują i nie określają wszystkich cech tworzywa, ważnych zarówno dla konstruktora, jak i warsztatowca, a przede wszystkim dla odbiorcy. Do takich cie-

kawszych własności, które należy przy żeliwie ciągliwym omówić lub bodaj wymienić, należą:

a) Odporność na korozję.
b) Podatność do uszlachetniania powierzchni.
c) Zdolność do tłumienia drgań.
d) Wytrzymałość na gięcie.
e) Wytrzymałość na zmęczenie.
f) Obrabialność.
g) Przydatność do przeróbki cieplnej.

a) Żeliwo ciągliwe — w porównaniu ze stalami lanymi niestopowymi i zwykłymi żeliwami — wykazuje znacznie wyższą odporność na korozję. Jest to wynikiem tego, iż, w przeciwieństwie do staliwa, czy żeliwa zwykłego, wykazuje ono na powierzchni zewnętrznej jeden rodzaj kryształów, tj. kryształy ferrytu. Taka jednorodna warstewka, zabezpiecza dostatecznie tworzywo przed korozją.

Odporność żeliwa ciągliwego na korozję jest — przeciętnie biorąc — ok. 1,7 razy większa od odporności żeliwa zwykłego i ok. 2,5 razy większa od odporności staliwa[3]). Wchodzi tu w grę nietylko odporność na rdzewienie, lecz również odporność na wpływy chemiczne i na gorące gazy.

Tym tłumaczy się zastosowanie żeliwa ciągliwego (europejskiego), n. p. na rury wydechowe silników spalinowych[13]), których gazy wylotowe posiadają wysoką temperaturę, oraz silne własności korodujące.

b) Również z powodu istnienia na powierzchni czystego ferrytu, żeliwo ciągliwe nadaje się doskonale do wszelkiego rodzaju uszlachetniania powierzchniowego przez miedziowanie, mosiądzowanie, niklowanie, chromowanie, cynkowanie, emaliowanie itp.[3]).

[13]) Pokazane na Technicznych Targach Lipskich w b. r. (1939).

c) Wszystkie żeliwa, dzięki swej budowie strukturalnej, posiadają wyższą zdolność tłumienia drgań aniżeli staliwa. Składnikiem „tłumiącym" jest w nich głównie wolny węgiel, występujący bądź w postaci płytek (grafitu), bądź w postaci węgla żarzenia.

W żeliwie ciągliwym własność ta zasługuje na specjalne podkreślenie. Dzięki bowiem wysokim własnościom mechanicznym, żeliwo ciągliwe (w przeciwieństwie do żeliwa zwykłego) może być i częstokroć bywa używane na elementy bardzo odpowiedzialne i silnie obciążone. W takich razach, tłumiące własności materiału, odgrywają oczywiście b. ważną rolę.

d) Żeliwo ciągliwe posiada b. korzystną wytrzymałość na zginanie. Dla gatunków wyższej jakości, wytrzymałość ta dorównywa wytrzymałości staliwa, a nawet ją przewyższa; dla wszystkich zaś gatunków jest znacznie wyższa, aniżeli dla zwyczajnego żeliwa szarego (por. tab. II).

e) Wytrzymałość na zmęczenie ma ogromne znaczenie dla materiałów konstrukcyjnych w ogólności, w szczególności zaś dla materiałów stosowanych na elementy podlegające obciążeniom zmiennym. Niestety, dane w tej materii są w literaturze bardzo skąpe.

Badania K. Roesch'a[14]) nad zmęczeniem obrotowo-giętnym (Zo.g.) żeliwa ciągliwego, wykazały, że dla żeliwa ciągliwego europejskiego normalnej jakości, próbki nie obrobione mechanicznie posiadają Zo.g. = ok. 12 kg/mm², po obtoczeniu i szlifowaniu ok. 15 kg/mm², zaś po wypolerowaniu ok. 17 kg/mm². Dla żeliwa ciągliwego amerykańskie-

[14]) K. Roesch: Deutscher Temperguss als Werkstoff im Maschinen — und Apparatebau — *Die Giesserei 1934 r., str. 264—271.*

TABLICA II.

Materiał		Wytrzymałość kg/mm²	Granica płynności kg/mm²	Wydłużenie A_5 %	Kąt zgięcia	Wytrzymałość na zginanie kg/mm² [15])	Wytrzymałość na zmęczenie kg/mm²	Szybkość skrawania m/min.
Rodzaj	Oznaczenie (DIN)							
Staliwo	Stg 45.81 S	45	28	16	120—140	60—65	20	22 zdzieranie 35 gładzenie
Żeliwo ciągliwe o białym złomie	Specjalnej jakości: Sredn. próbki 12 mm . . Sredn. próbki 8 mm . . .	 40—45 36—40	 26 24	 9—5 15—10	80—90	70—75	16	 27—29 30—32
	Te 38.92 (wysoko wartościowe) . .	38	21	4	50—60	60—65	13	22—25
	Te 32.92	32	18	2	30—40	55—60	12	20—23
Żeliwo ciągliwe o czarnym złomie	Specjalnej jakości . . . Te 35.92	38 35	21 19	12 9	50—60 30—50	55—60 50—55	14 11	28—30 35—45
Żeliwo szare	Żeliwo szare-perlityczne .	35	—	0—1	5—10	40—45	10	20—24

[15]) Wytrzymałość na gięcie była badana na próbkach o przekroju 10×15, przy odstępie między podporami, 160 mm.

go normalnej jakości, wartości te są niższe o ok. 1 kg/mm² (por. tab. II).

f) Żeliwo ciągliwe posiada obrabialność, która w porównaniu z innymi metalami o tej samej wytrzymałości, jest znacznie korzystniejsza. (Wspomniano już o tym w poprzednich rozdziałach). Specjalnie wyróżnia się pod tym względem żeliwo ciągliwe o czarnym złomie (por. tab. II).

g) Żeliwo ciągliwe, może być poddawane pewnym procesom cieplnym, jak n.p. żarzeniu, hartowaniu i odpuszczaniu, hartowaniu powierzchniowemu, spawaniu, wysoko temperaturowemu lutowaniu (na mosiądz, srebro) itp. Cieplna obróbka tego tworzywa stanowi odrębną i bardzo ciekawą dziedzinę, wymagającą, ze względu na rozległość tematu, oddzielnego i obszernego omówienia. (Poświęcona jej będzie II-ga część niniejszego artykułu, która ukaże się w najbliższym numerze Techniki Samochodowej).

Ciekawe zestawienie omówionych dotychczas własności, dla różnych gatunków żeliwa ciągliwego oraz dla stali i żeliwa szarego, podaje tab. II[11]). Obejmuje ona kilka gatunków materiałów normalnych (w/g DIN) oraz kilka specjalnych; nie uwzględnia jednak zupełnie żeliwa ciągl. perlitycznego.

Wartości podane w powyższej tablicy wymagają w niektórych punktach wyjaśnień lub uzupełnień. Odnosi się, to w pierwszym rzędzie do wytrzymałości na zginanie. Cyfry tej wytrzymałości, podane w tab. II, odnoszą się do próbek, jak to podaje uwaga umieszczona pod tabelą, o określonym kształcie i o dość znacznej długości w stosunku do ich grubości. W rzeczywistości długość próbek, czyli rozstęp podpór (Δ_s) oraz ich średnica (wzgl. bok przekroju kwadratowego), ma duży wpływ na otrzymywane wartości. Przekonuje o tym praca F. Rolla [16]), w której autor przeprowadził obszerne badania nad wytrzymałością na zginanie żeliwa ciągliwego o białym i czarnym złomie, oraz staliwa, w zależności od stosunku $\frac{\Delta_s}{\emptyset} = \frac{\text{rozstęp podpór}}{\text{średn. próbki}}$

Otrzymane w tej pracy wyniki dadzą się streścić w następujących punktach:

1. Żeliwo ciągliwe o białym złomie:

Wytrzymałość na zginanie leży między 70—120 kg/mm², zależnie od stosunku $\frac{\Delta_s}{\emptyset}$.

Dla przekrojów okrągłych jest ona większa, aniżeli dla kwadratowych, posiada jednak wówczas większy rozsiew wartości.

Wytrzymałość na zginanie próbki o średnicy 12 mm (średnica „normalnej" próbki na rozciąganie) jest około 1,4 ÷ 2,4 razy większa od wytrzymałości na rozciąganie ($R_r = \sim 50$ kg/mm²).

2) Żeliwo ciągliwe o czarnym złomie:

Wytrzymałość na zginanie leży między 65 — 95 kg/mm², zależnie od stosunku $\frac{\Delta_s}{\emptyset}$.

Dla przekrojów okrągłych jest ona w przybliżeniu taka sama, jak dla kwadratowych (wpływ jednorodności materiału).

Wytrzymałość na zginanie próbki o średnicy 12 mm jest około 1,6 ÷ 2,4 razy większa od wytrzymałości na rozciąganie ($R_r = \sim 40$ kg/mm²).

3) Staliwo:

Dla staliwa Stg 45. 81 (podobnego jak w tabeli II), wytrzymałość na zginanie leży między 60—130 kg/mm², zależnie od stosunku $\frac{\Delta_s}{\emptyset}$.

W tym wypadku wytrzymałość na zginanie jest około 1,3 ÷ 2,9 razy większa od wytrzymałości na rozciąganie ($R_r = \sim 45$ kg/mm²).

Poza tym dla tych trzech materiałów, traktowanych porównawczo, dadzą się ustalić następujące uwagi:

Żeliwo ciągliwe o czarnym złomie posiada wytrzymałość na zginanie mniejszą, natomiast równomierność wyników znacznie lepszą, niżeli żeliwo ciągliwe o białym złomie.

Wpływ jakości powierzchni na wytrzymałość na zginanie, jest dla żeliwa ciągliwego o czarnym złomie większy aniżeli dla żeliwa ciągliwego o białym złomie. Najbardziej jednak czułe pod tym względem jest staliwo.

Ze wzrostem stosunku $\frac{\Delta_s}{\emptyset}$, wytrzymałość na zginanie maleje:

dla żeliwa ciągliwego (o białym i czarnym złomie) bardzo nieznacznie, dla staliwa zaś bardzo silnie.

Granica płynności natomiast, przy próbie na zginanie, jest prawie (dla żeliwa ciągliwego), lub zupełnie (dla staliwa) niezależna od stosunku $\frac{\Delta_s}{\emptyset}$,

Jeżeli się uwzględni, że żeliwo ciągliwe użyte do badania przez F. Rolla jest wysokogatunkowe, a więc posiadające własności wyższe od żeliw z tabeli II (zaczerpniętej z pracy K. Roescha), wówczas dochodzi się do wniosku, iż wyniki, w zasadzie pokrywają się. W wypadku staliwa, które w jednej i drugiej pracy jest analogiczne, pokrycie to jest zupełne.

Mały rozrzut wartości w tab. II, jest wynikiem stosowania próbek o stale jednakowym kształcie, niskie zaś wytrzymałości na zginanie, leżące na dolnej granicy wartości znalezionych przez F. Rolla, wynikają z niekorzystnego stosunku $\frac{\Delta_s}{\emptyset}$ w próbkach użytych przez K. Roescha.

— Wartości wytrzymałości na zmęczenie podane w tab. II, odnoszą się do próbek „normalnych", poddanych próbom zmęczeniowym w stanie mechanicznie nieobrobionym. Próbki natomiast staliwne, jak należy się domyślać, były obtoczone i oszlifowane. Ponieważ, jak wspomniano o tym poprzednio, wytrzymałość na zmęczenie próbek z żeliwa ciągliwego rośnie po ich obtoczeniu i oszlifowaniu, więc w rzeczywistości różnica po-

[16]) F. Roll: Über die Biegefestigkeit von Temper — und Stahlguss — Die Giesserei 1937 — str. 557—560.

TABLICA III.

Warunki skrawania: posuw = 0,43 mm/obr.; głębokość skrawania = 0,20 mm.; narzędzie: widia; skrawanie: bez chłodzenia						
Materiał	Żeliwo ciągliwe o białym złomie			Żeliwo ciągliwe o czarnym złomie		
Pochodzenie żeliwa ciągl.	Żeliwiak	Żeliwiak	Żeliwiak	Piec Brackelsberga	Żeliwiak	Piec płomienny
Struktura	Silnie odwęglone — ferryt i niewiele węgla żarzenia	Rdzeń nie odwęglony — perlit kulkowy i węgiel żarzenia	Rdzeń nie odwęglony — perlit pasemkowy i węgiel żarzenia	Ferryt i wiele węgla żarzenia	Perlit oraz wiele węgla żarzenia w otoczeniu ferrytu	Wiele perlitu, mało węgla żarzenia oraz mało ferrytu
Wytrzymałość w kg mm²	42,5	47,6	47,0	34,0	35,0	39,0
Szybkość skrawania w m/min.	30	28	19	77	21	28

między zmęczeniem żeliwa ciągliwego i staliwa, jest nieco mniejsza aniżeli podano w tab. II.

Poza tym tabela ta nie uwzględnia żeliwa ciągliwego perlitycznego. Według danych z katalogu G. Fischera, wytrzymałość na zmęczenie żeliwa ciągliwego o strukturze perlitu kulkowego, wynosi 17—18 kg/mm², przy próbkach mechanicznie nie obrobionych. Należy się więc domyślać, że po obtoczeniu i oszlifowaniu, próbka taka będzie posiadała wytrzymałość na zmęczenie dorównującą wytrzymałości staliwa. Stg 45.81.

— Wreszcie i ostatnia kolumna tabeli II, podająca szybkości skrawania, winna być wyjaśniona i uzupełniona.

Jest rzeczą zrozumiałą, iż obrabialność żeliwa ciągliwego zależy nie tyle od jego wytrzymałości, ile raczej od budowy strukturalnej skrawanej warstwy. Zależność ta jednak nie została uwzględniona w tab. II, gdzie podano jedynie własności mechaniczne żeliwa ciągliwego. W rzeczywistości może się zdarzyć, iż n.p. gatunek (o czarnym złomie) Te 35.92 posiada (ogólnie biorąc) ciemny złom oraz przepisane normami D.I.N. minimalne wartości, t.j. $R_{r\,min}$ = 35 kg/mm² (przy $A_{5\,min}$ = 9% — jednakowoż pod względem budowy strukturalnej (której sprawdzenia D.I.N. nie przewidują) wykazuje mniejsze lub większe ilości perlitu, odbiegając w ten sposób mniej lub więcej wyraźnie od właściwej budowy ferrytu i węgla zarzenia, jaką tworzywo to posiadać powinno. Jakkolwiek więc w takim wypadku tworzywo to, według D.I.N., może być zakwalifikowane jako Te 35.92, to jednak obrabialność jego będzie mniej lub więcej gorsza, aniżeli w tworzywie o właściwej budowie.

Podobnie ma się rzecz przy żeliwie ciągliwym o białym złomie. To też właściwy pogląd na obrabialność daje dopiero tab. III [14]), w której podano szybkości skrawania w zależności od budowy strukturalnej. Szybkości skrawania podane w tab. III, odnoszą się do jednakowego, zmierzonego metodą Leyensettera — stępienia, przy zachowaniu tych samych normalnie stosowanych wartości dla posuwu (0,43 mm/obr) i głębokości skrawania (0,20 mm).

Z tablicy powyższej widać, że o ile żeliwo ciągliwe o białym złomie nie wykazuje pod względem obrabialności zbyt dużych różnic, to dla żeliwa ciągliwego o czarnym złomie różnice te są b. duże, gdyż wyrażają się tak krańcowymi szybkościami, jak 21 i 77 m/min. Należy tu podkreślić, iż właściwe żeliwo ciągliwe o czarnym złomie, a więc posiadające strukturę ferrytu i węgla zarzenia (bez perlitu), posiada obrabialność doskonałą, wyrażającą się szybkością skrawania 77 m/min. Inne źródła[3]) podają dla żeliwa ciągliwego o czarnym złomie wartości wyższe, wyrażające się — dla obróbki zgrubnej — szybkością skrawania 80 m/min., zaś dla obróbki wykańczającej, 120 m/min. Są to więc wartości niewspółmiernie wyższe, w porównaniu z żeliwem ciągliwym o białym złomie.

Szybkości skrawania podane dla żeliwa ciągliwego o czarnym złomie w tablicy II, są wartościami średnimi z wartości tablicy III i nie dają właściwego pojęcia o możliwościach obróbczych tego tworzywa w wypadku prawidłowej budowy strukturalnej.

Zastosowanie żeliwia ciągliwego w przemyśle samochodowym i motocyklowym

Wysokie własności żeliwa ciągliwego, omówione w poprzednich rozdziałach, przyczyniają się do tego, iż tworzywo to znajduje co raz szersze zastosowanie w przemyśle samochodowym. Zastosowanie jego w silniku, jak dotąd, ogranicza się jedynie do elementów mało odpowiedzialnych, jak n.p. rur odprowadzających wodę z bloka cylindrowego, pokryw itp. Natomiast w podwoziu tworzywo to znajduje dużo szersze i nie rzadko, odpowiedzialne zastosowanie. Jest ono używane na cały szereg elementów, jak wszelkiego rodzaju skrzynki i pokrywy, korpusy, wsporniki (zawieszenia silnika, napędu szybkościomierza, rozrusznika itp.), następnie uchwyty, bębny, oprawy (łożysk rolkowych, mechanizmu różnicowego), szczęki hamulcowe, tarcze hamulcowe, piasty kół itp.

Również w nadwoziu bywa ono stosowane na szereg dźwigienek, które dawniej były wykonywane jako odkucia stalowe.

W motocyklach żeliwo ciągliwe znajduje również szerokie zastosowanie. Z tworzywa tego wykonywane bywają łączniki służące do powiązania ze sobą rur wzgl. profili stalowych, w ramę motocyklową. Wiązanie takie odbywać się może bądź przy pomocy śrub (na zimno) bądź przy pomocy lutowania na mosiądz (na gorąco).

W tym ostatnim wypadku, żeliwo ciągliwe musi posiadać specjalne własności (o których będzie mowa w II części artykułu, traktującego o obróbce cieplnej tego tworzywa).

Z łączników motocyklowych można wymienić najważniejsze, jak: główka ramy, łącznik podsiodłowy, wiązanie podsilnikowe, tylne wiązania ramy, niektóre wiązania widelca itp.

Poza tym żeliwo ciągliwe jest stosowane w motocyklach na inne elementy, jak: wieszaki dla sprężyn, wieszaki silnika, piasty kół itp.

Żeliwo ciągliwe w Polsce

Na koniec parę słów o produkcji żeliwa ciągliwego w Polsce.

Żeliwo ciągliwe o czarnym i białym złomie jest produkowane w Polsce dla różnych celów, a między nimi i dla przemysłu motoryzacyjnego.

Dłuższa obserwacja i doświadczenie oraz systematycznie prowadzone próby odbiorcze, wykazały, iż „młody" na terenie polskim odlew o czarnym złomie, został w zupełności opanowany i ogólnie biorąc, nie różni się od zagranicznego. Przeważnie jest on produkowany jako żeliwo ciągliwe (o czarnym złomie) normalnej jakości, którego własności — mierzone na próbkach „normalnych" — dadzą się zamknąć w granicach: $Rr = 32—35$ kg/mm² przy $A_5 = 6—9\%$. Jest jednak również produkowane żeliwo ciągliwe o czarnym złomie wyższej jakości, o wartościach (przeciętnie): $R_r = 35—38$ kg/mm² przy $A_5 = 9—12\%$.

Wreszcie otrzymać można gatunek specjalnej jakości o własnościach leżących (przeciętnie) w następujących granicach: $R_r = 38—41$ kg/mm² przy $A_5 = 9—14\%$. Ten ostatni gatunek zawdzięcza swe wysokie własności, mierzone na „normalnych" próbkach, małej zawartości węgla, wahającej się pomiędzy 1,9—2,2%.

Odlew o białym rdzeniu, produkowany od dawna w kraju, przez kilka większych i mniejszych odlewni, wykazuje dość dużą rozpiętość co do jakości.

Przepisy odbiorcze poszczególnych grup przemysłów (np. Warunki Techniczne I.T.U.) wzgl. nawet fabryk (np. War. Techn. P.Z.Inż.) oraz przeprowadzające odbiór organa kantrolne, przyczyniają się do tego, że do celów bardziej odpowiedzialnych, przedostają się jedynie odlewy pełnowartościowe, odpowiadające wymaganiom danego przemysłu.

Odlewnie wyżej postawione produkują bądź gatunek normalnej jakości, posiadający wytrzymałość $R_r \geq 33$ kg/mm² przy $A_5 \geq 3\%$, bądz też gatunek wyższej jakości, którego przeciętne własności — mierzone na „normalnych" próbkach — dadzą się zamknąć w następujących granicach: $R_r = 40—50$ kg/mm² przy $A_5 = 5 \div 10\%$.

Wreszcie, jeżeli chodzi o żeliwo ciągliwe perlityczne, to również jest ono w Polsce wytwarzane. Żeliwo ciągliwe o strukturze perlitu kulkowego, otrzymuje (przeciętnie) własności dające się zamknąć w granicach: $R_r = 45 — 60$ kg/mm² przy $A_5 = 4 — 8\%$. Żeliwo ciągliwe o strukturze perlitu pasemkowego, otrzymuje wytrzymałość $Rr \geq 55$ kg/mm² przy $A_5 \geq 2\%$.

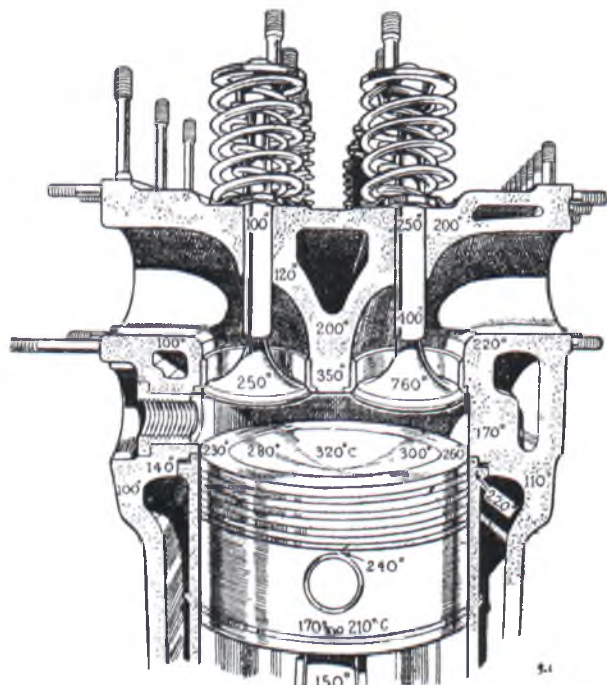
Żeliwo ciągliwe perlityczne (jednej i drugiej odmiany) nie wchodzi do normalnego programu produkcyjnego naszych odlewni — nie mniej jednak na specjalne żądanie może być ono wyprodukowane i dostarczone.

(c. d. n.)

NAPRĘŻENIA ZMIENNE W ŚCIANKACH KOMORY SPALANIA*)

Niezależnie od naprężeń stałych, pochodzących od temperatur, organy silnika spalinowego, znajdujące się w okolicy komory spalania, narażone są na naprężenia zmienne, pochodzące od zmiennych temperatur.

Wypadki trwałych odkształceń cylindrów, pęknięć głowic i „puchnięcia" tłoków są dobrze znane, a trudno je przypisać wpływowi temperatur stałych, gdyż za wyjątkiem zaworu wydechowego, temperatury w ściankach komory spalania nie przekraczają 400°C (rys. 1).



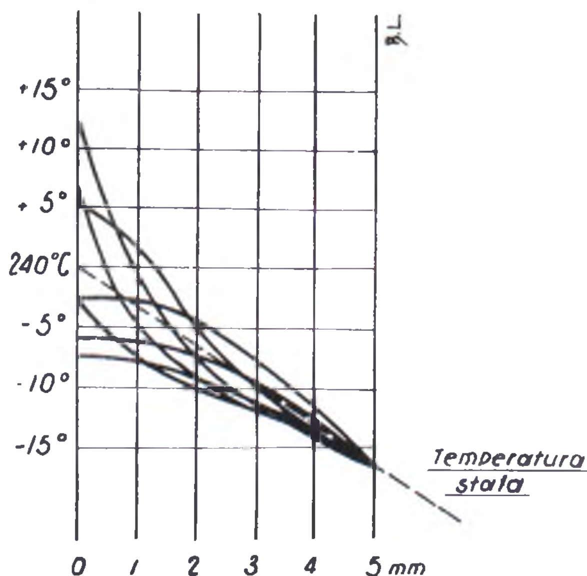
Rys. 1.

Problem naprężeń termicznych w swej formie najbardziej ogólnej jest niemożliwy do rozwiązania. Znajomość temperatur w każdym punkcie ścianki sprawy nie rozwiązuje, gdyż naprężenia zależą również od kształtu rozważanej bryły, a silnik przedstawia sobą bryłę geometrycznie bardzo skomplikowaną.

Problem ten możemy jednak uprościć znacznie, rozważając bryły proste, z jakich składa się silnik, oraz przyjmując, że z wyjątkiem nieznacznej warstewki stykającej się z gazami — temperatury ścianek są stałe.

*) Z pracy prof. Paul Maillard p.t. „Les contraintes thermiques dans les parois de la chambre de combustion des moteurs à explosion".

Poczynione doświadczenia potwierdzają zresztą w zupełności słuszność tego założenia. Okresowe zmiany temperatury, pochodzące od pracy silnika, przenikają wgłąb ścianek tylko do pewnej głębokości. Ponadto, amplitudy temperatur na powierzchni ścianki, stykającej się z gazami, nie przekraczają kilkunastu stopni, liczonych od temperatury średniej, niezależnej od czasu i zwanej „tempertura stałą". (Rys. 2).



Rys. 2.

Amplitudy temperatury są odwrotnie proporcjonalne do wyrazu

$$\sqrt{n \cdot c \cdot \omega \cdot \gamma}\text{, w którym:}$$

n — liczba obrotów wału korbowego na min.,
c — przewodnictwo cieplne,
ω — ciężar właściwy,
γ — ciepło właściwe materiału, z którego są zbudowane ścianki.

Mając daną wielkość stałych naprężeń termicznych w ściance na głębokości z ze wzoru:

$$\tau = \frac{E \cdot \alpha}{1-\nu} \cdot \left(\frac{S_T}{h} + \frac{12}{h^3} \cdot M_T \cdot z - T\right), \quad (1)$$

gdzie:

E — współczynnik sprężystości podłużnej,
α — współczynnik rozszerzalności liniowej,
ν — liczba Poissona,

T — różnica temperatur ścianki w stanie spoczynku i pracy,

$S_T = T \cdot z,$

$M_T = S_T \cdot z$

h — grubość ścianki,

dla wyznaczenia przyrostu algebraicznego naprężeń termicznych, wynikających z okresowych zmian temperatury w płytko leżących elementach ścianki, wystarczy zróżniczkować to równanie, pamiętając, że dzięki niewielkim, w stosunku do wartości temperatury stałej, wartościom ΔT, wyrazy ΔS_T, oraz ΔM_T można całkowicie pominąć.

Otrzymujemy w ten sposób zależność:

$$\Delta \tau = - \frac{E \cdot \alpha}{1 - \nu} \cdot \Delta T \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Z rozważań poprzednich nie należy wnioskować, że zmiany naprężeń, w stosunku do stałych naprężeń termicznych, są niewielkie. Obliczenie dla żeliwa perlitycznego, dla którego stosunek

$$\frac{E\alpha}{1 - \nu}$$

wynosi około 15, w temperaturze średniej 250 °C, wskazuje, że naprężeniom stałym, wynoszącym 200 kg/cm², towarzyszy przyrost naprężeń, wynoszący 150 kg/cm² przy wzroście temperatury ścianki o 10 °C. Zatym, w czasie każdego obiegu, naprężenia na powierzchni tej ścianki zmieniają się od 350 kg/cm² do 50 kg/cm². Jeśli analogiczne obliczenie wykonamy, nie dla żeliwa, a dla stali, to amplitudy naprężeń podwoją się.

Zauważyć tu należy, że naprężenia na powierzchni stykającej się z gazami, są naprężeniami ściskającymi, i choć są dość znaczne w swej wartości absolutnej, nie są tak groźne, jak naprężenia rozciągające, które uniemożliwiłyby na przykład konstrukcję ścian cylindrów z żeliwa, gdyż nie wytrzymałoby ono zmiennych naprężeń rozciągających tego rzędu.

Rozumując w sposób podobny, jak poprzednio i zakładając, że mamy do czynienia ze ścianką cylindryczną lub sferyczną, której grubość h jest stała i bardzo nieznaczna w stosunku do innych wymiarów, otrzymamy wyrażenie uproszczone:

$$\tau_z = \frac{E \cdot \alpha}{1 - \nu} \cdot \delta T_z \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

gdzie δT_z — różnica temperatur, rozważanej w punkcie z, oraz średniej temperatury w tej samej płaszczyźnie, prostopadłej do tworzącej.

Równanie (3) znajduje zastosowanie do obliczenia naprężeń, występujących w ściance cylindra wzdłuż tworzącej, przy czym będą to naprężenia rozciągające.

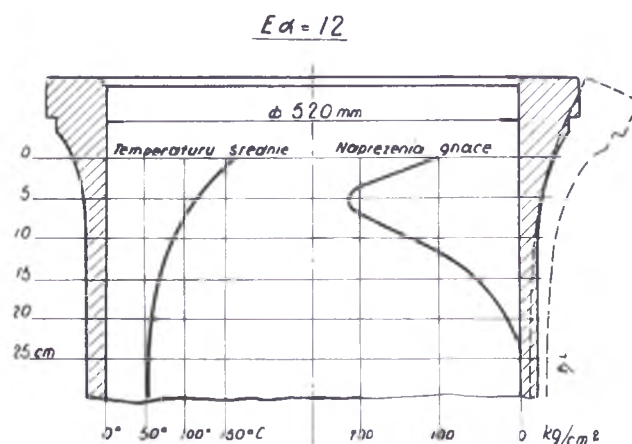
Obliczenie wielkości naprężeń dla wewnętrznej ścianki cylindra wskazuje, że naprężenia te, w górnej części cylindra, mogą przekroczyć wartość 200 kg/cm².

Rys. 3 podaje nam graficznie: zmiany temperatury wzdłuż tworzącej w żeliwnej tulei cylindrowej silnika spalinowego, odpowiadające im naprężenia, oraz odkształcenia tulei 100-krotnie powiększone.

Powyższe rozważania nad zmiennymi naprężeniami termicznymi w materiałach sprężystych pozwalają wyciągnąć wnioski praktyczne, odnośnie do:

1. — wyboru materiałów najodpowiedniejszych do wykonywania ścianek, narażonych na zmienne naprężenia termiczne,

2. — zasad ogólnych kształtowania ścianek silnika, oraz ich chłodzenia.



Rys. 3.

Zależności (1), (2) i (3) wskazują, że naprężenia termiczne, w każdym miejscu ścianki, są tym wyższe, im większa jest różnica temperatur ścianki, od strony gazów i od strony wody chłodzącej, oraz im większy jest stosunek

$$\frac{E \cdot \alpha}{1 - \nu}$$

Należy więc wybierać tworzywo o możliwie dużej przewodności cieplnej, posiadające równocześnie najmniejszy stosunek

$$\frac{E \cdot \alpha}{1 - \nu}$$

Skądinąd trzeba, aby materiał posiadał, przy najwyższej osiąganej temperaturze, granicę zmęczenia od naprężeń zmiennych możliwie odległą. Z braku innych wielkości musimy zadowolić się granicą sprężystości na gorąco — t_e

Kombinując wszystkie parametry, od których zależy zachowanie się metali na gorąco, możemy ustalić parametr ogólny w formie następującej:

$$\lambda = t_e \cdot \sqrt{c \cdot \omega \cdot \gamma} \cdot \frac{1 - \nu}{E \cdot \alpha}$$

Tabela częściej stosowanych metali, ułożona wg wielkości tego parametru, wyglądałaby następująco:

Stop	Ciężar właściwy kg/m³	Ciepło właściwe γ Kal/kg°C	Współcz. przewodn. cieplnej c Kal/m godz. C°	Granica sprężystości t_e kg/cm²	Współcz. sprężystości E kg/cm² · 10⁶	Współcz. rozszerzaln. liniowej α. 10⁶	Liczba Poissona ν	λ
Stal chromowo-niklowa, kuta	7.800	0,12	38	5.500	2,13	12	0,29	29 000
Stop RR 59 kuty, term. obr.	2.650	0,22	156	2.075	0,75	23,2	0,33	24.200
Brązal kuty	7.600	0,10	55	3.000	1,2	17	0,30	21.000
Stop Y kuty, term. obr.	2.700	0,22	153	1.750	0,74	23,7	0,33	20.200
Żeliwo szare o dużej wytrz.	7.200	0,13	50	700	1,0	11	0,26	10.150
Silumin 12%-owy, lany, term. obr.	2.750	0,22	106	600	0,70	21	0,34	6.800

W stopach aluminiowych obecność niektórych metali ma wybitnie szkodliwy wpływ na ich przewodność. Tak np. dodatek 1% manganu do stopu aluminiowego z 8% miedzi, zmniejsza przewodność tego stopu o 30%. Znane są wypadki pękania, na skutek zmęczenia tłoków, lanych z tego stopu.

Odwrotnie, stopy o dużej zawartości cynku np. 12,5% *Zn* na 2,2% *Cu* mają mimo doskonałej przewodności słabe charakterystyki mechaniczne.

W kwestii ogólnych zasad kształtowania ścianek i ich chłodzenia należy przyjąć za zasadę:

a) dążenie do największej objętości, przy najmniejszej powierzchni;

b) ścienianie ścianek, o ile na to pozwala wytrzymałość użytego tworzywa. (W szczególności, zastąpienie cylindrów, odlanych łącznie z kadłubem silnika, przez wstawiane tuleje cylindrowe, nie przenoszące żadnych naprężeń rozciągających w kierunku podłużnym, pozwala na znaczne zredukowanie grubości ścianek).

c) dążenie do zachowania symetryczności kształtów i temperatur względem osi cylindra;

d) unikanie kształtów skomplikowanych, oraz umieszczanie żeber chłodzących tylko na części obwodu, gdyż są one powodem nie tylko bardzo znacznych naprężeń termicznych, mogących doprowadzić do pęknięć, ale nie pozwalają nadto na usunięcie naprężeń, powstałych po laniu, kuciu, czy obróbce termicznej;

e) przewidywanie możliwie dużych powierzchni ścianek od strony wody chłodzącej, względnie powietrza, oraz zapewnianie szybkiego obiegu czynnikowi chłodzącemu.

Krótki zarys problemu naprężeń zmęczeniowych, pochodzenia termicznego, w ściankach komory spalania, ma za zadanie zwrócenie uwagi konstruktorów na ważność walki z różnorodnością temperatur w ściankach, oraz na konieczność dążenia do obniżenia temperatur ścianek od strony gazów, gdyż ograniczają one wytrzymałość termiczną silnika, jego napełnienie, stopień sprężania, moc i wreszcie dyktują gatunek stosowanego paliwa.

B. L.

Inż. Jan Obrębski
Koło Inż. Sam. S.I.M.P

„CARO" I... „NIE CARO"

Brąz caro. Tajemniczy stop, który starano się zastąpić brązem cynowym o zawartości cyny 3—4%. Brąz caro sprowadzony z za granicy, patentowany, niedościgniony i niezrównany.

O myśli Polska! Kiedyż zdołasz oderwać się od „niedoścignionych" wzorów zagranicznych, kiedyż zabłyśniesz własnym blaskiem. Kiedyż uznasz prace własnych uczonych i wypuścisz snopy światła za granicę, niosąc jako dziwa i rewelacje własne cara, carissima...

Cienkie tulejki do resorów, korbowodów i t. p. znacznie wygodniej wykonywać z rurek ciągnionych niż z lanych „lasek" (nazwa uporczywie trzymająca się naszych odlewni). Własności mechaniczne ciągnionej rurki są niepomiernie lepsze od własności mechanicznych odlewów. Rurka ciągniona może być kalibrowana tak dokładnie, że obróbka mechaniczna tulejki sprowadzi się do minimum. W wypadku tulejek resorowych można w ogóle obejść się bez obróbki mechanicznej. Co najwięcej przepuści się rozwiertakiem wmontowaną do ucha resorowego, tulejkę i sprawa załatwiona. Gdyby więc można było kuć brąz cynowy o zawartości 10—12% cyny!

Jest takie pismo „La Revue de Fonderie Moderne". W piśmie tym ogłoszona została praca

ś.p. Profesora Broniewskiego p. t. „Sur les propriétés mécaniques des Alliages cuivre-étain".

Praca została poświęcona stopom miedź-cyna.

Przed omówieniem tej pracy wstąpmy do odlewni brązu. Wstąpmy do takiej odlewni i powiedzmy, że brązy cynowe do zawartości 14% cyny dadzą się walcować i przeciągać na zimno. Nie ulega najmniejszej wątpliwości, że zostaniemy wyśmiani.

Powiedzmy teraz, że brąz cynowy o zawartości 22% cyny da się walcować na gorąco i hartować, po czym wykazuje:

$$R_r = 60 \text{ kg/mm}^2 \text{ i } A_{10} = 9\%.$$

Nie będziemy już wtedy wyśmiani, natomiast jest zupełnie możliwe posądzenie nas o całkowitą „ignorancję". Tego możemy się spodziewać w odlewniach „lasek" brązowych.

Powróćmy do pracy ś.p. Profesora Broniewskiego i zaznaczmy, że obok nazwiska Profesora umieszczone jest nazwisko Inż. Z. Wawrzynkiewicza (dobrego metaloznawcy i odlewnika).

A więc czytamy tam: „Stopy Cu—Sn do zawartości cyny nie przekraczającej 14% były homogenizowane wstępnie 25 godzin przy temperaturze 675°.

Przy większej zawartości cyny homogenizacja trwała 75 godzin przy 675°, po czym wyżarzono próbki jeszcze 75 godzin przy 450°.

Stopy do zawartości cyny 14% były następnie walcowane i przeciągane na zimno, z międzyoperacyjnym wyżarzaniem 2 godziny przy 675°. Stopy ponad 14% cyny były walcowane przy temperaturze 650—700°.

Wszystkie próbki, po obróbce mechanicznej były ostatecznie homogenizowane 75 godz. przy 675° i wyżarzone 75 godzin przy 450°.

Tak wykonane próbki otrzymały nazwę wyżarzonych.

Próbki hartowane były zagrzewane do 720°, trzymane w tej temp. 15 minut i hartowane w wodzie o temperaturze 15°".

Oto wszystko.

A teraz wyniki:

Stopy wyżarzone:

Sn%	R_r kg/mm²	A_{10}%
0	22.9	55.9
2	31.2	56.2
4	33.2	57.1
6	37.0	60.8
8	41.0	72.1
10	45.5	71.2
12	49.8	70.3
14	46.5	69.8
16	41.1	31.9
18	35.0	0.0

Łatwo sobie można wyobrazić, że stop zawierający 14% cyny i wykazujący $R_r = 46{,}5$ przy $A_{10} = 69{,}8\%$ da się przeciągać na zimno i utwardzać podczas takiego przeciągania bardzo skutecznie, jako że zapas plastyczności wyraża się wydłużeniem wręcz imponującym, bo prawie 70%!

Przy takich możliwościach można przewidzieć, że ciągnione rury mogłyby mieć $R_r = 70—80$ kg/mm² przy A_{10} = około 8—10%!

Stopy hartowane.
(Temperatura hartowania 720°).

Do 14% cyny mamy prawie takie same własności jak dla stopów wyżarzonych. Podaję więc wyniki od 14% cyny wzwyż.

Sn%	R_r kg/mm²	A_{10}%
14	50.5	69.7
16	53.1	53.2
18	57.6	12.0
22	60.1	9.3
26	29.6	0.0

Przy 22% cyny $R_r = 60{,}1$ kg/mm² i $A_{10} = 9{,}3\%$. Ni mniej, ni więcej!

Wydłużenie $A_{10} = 9{,}3\%$ wskazuje na dostateczny zapas plastyczności, umożliwiającej dalsze przeciąganie na zimno.

Brąz patentowany „Caro" zawiera około 5% cyny oraz nikiel i krzem.

Jest rzeczą bardzo wątpliwą czy dorówna on własnościami mechanicznymi i przeciwciernymi brązom cynowym wyżej podanym.

Warto zaznaczyć, że druga praca brązom cynowym poświęcona (W. Broniewski i J. Szreniawski) podaje własności mechaniczne brązu cynowego o zawartości 5% cyny, w zależności od stopnia zgniotu.

Zestawmy parę cyfr. Otóż niezgnieciony brąz cynowy 14%-owy (homogenizowany i wyżarzony lub hartowany) daje średnio

$$R_r \cong 50 \text{ kg/mm}^2 \text{ i } A_{10} \cong 70\%$$

natomiast brąz cynowy 5%-owy normalnie stosowany do przerobu plastycznego musi być zgnieciony do 30%, aby dał:

$$R \cong 50 \text{ kg/mm}^2 \text{ przy } A_{10} \cong 10\% \text{ (zaledwie).}$$

Największe wydłużenie jakie daje brąz 5%owy wynosi 55% (zgniot = 0%) przy czym R $\cong$ 33 kg/mm².

Ostatnio zjawiły się prospekty niemieckie reklamujące rury ciągnione z brązu cynowego i zaznaczające, że „dzięki wysiłkom" udało się wykonać takie rury z brązu cynowego o zawartości cyny, przekraczającej dość znacznie normalną (t. j. 4—5% Sn).

Zapewne wytwórnia tych rur zapoznała się z pracami naukowymi wyżej cytowanymi i wykorzystała je lepiej niż my sami to uczyniliśmy.

Brąz „Caro" jest stopem Cu + Sn + Ni + Si.

Brązy opracowane w Zakładzie Metalurgicznym Politechniki Warszawskiej są stopami Cu + Sn + + mózg.

Mózg ludzki niech więc będzie składnikiem wszystkich naszych tworzyw zastępczych.

Od Autora niniejszego artykułu otrzymaliśmy prospekty „Nida-Bronze", z których szereg danych poniżej przytaczamy: „W ostatnich czasach udało się osiągnąć dalsze postępy w przerobie i jakości ciągnionych brązów fosforowych z zawartością 8 — 9%

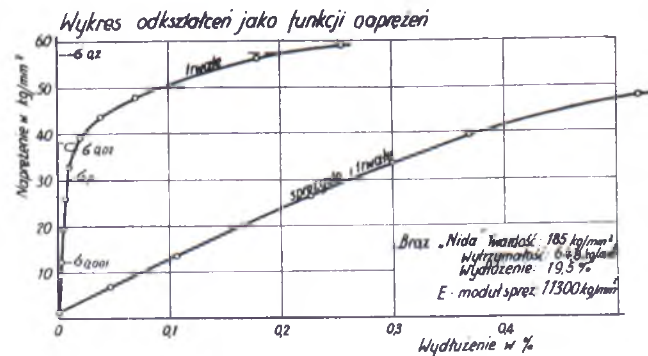
Sn, poddawanych zgniataniu na gorąco. Struktura materiału w stanie lanym jest gruboziarnista i nieregularna; w stanie zgniecionym staje się drobnoziarnista i zwarta. Tulejki łożyskowe otrzymuje się drogą ciągnięcia i wyżarzania z materiału przerobionego na gorąco, przy czym przeciągnięcie na zimno stosuje się tylko dla nadania dokładnych wymiarów, a nie jak dotychczas dla zgniotu materiału. Przerobiony w ten sposób brąz fosforowy znajduje się w handlu pod nazwą Nida-Brąz jako znormalizowany brąz fosforowy, który obok miedzi zawierał 8 — 9% cyny i nieznaczne ilości fosforu, odznaczający się dobrymi właściwościami przeciwciernymi i dużą odpornością na zużycie".

Właściwości mechaniczne tych brązów wg danych katalogowych przedstawione są na rys. 3. Własności prętów w tabelce I:

TABELA I.

	Wytrzymałość na rozrywanie kg mm²	Wydłużenie %	Twardość Brinella
twardy (w zależn. od stopnia przeciągnięcia . .	55—80	15—5	150—220
miękki . . .	35	40	90

Własności mechaniczne w zależności od zastosowania podaje tabela II.



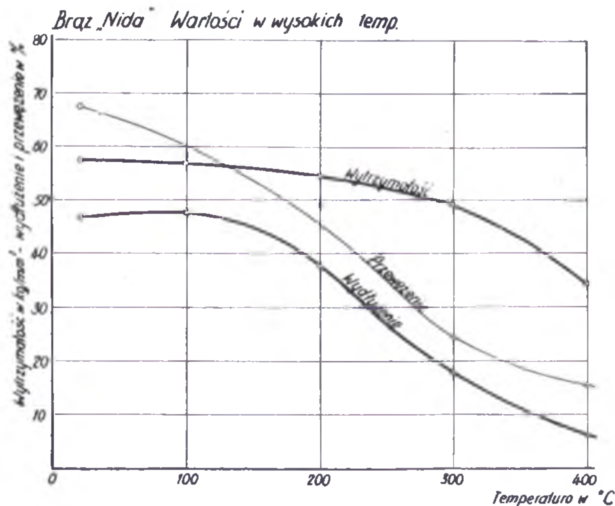
Rys. 1.

TABELA II.

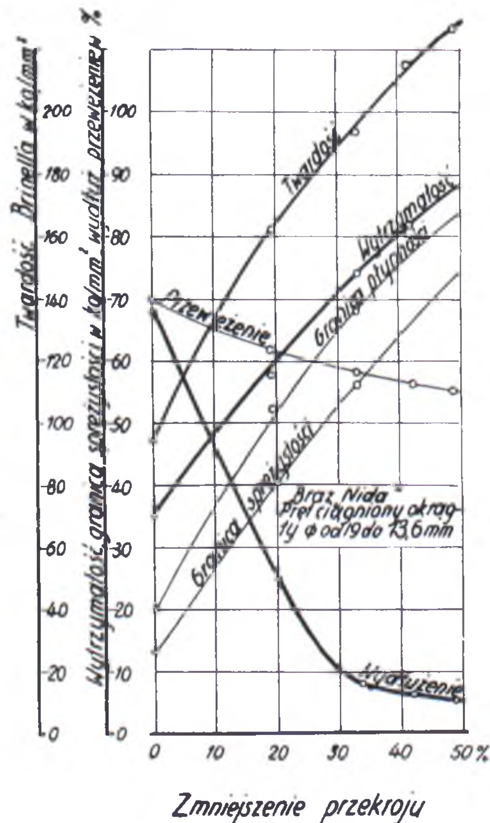
	Wytrzymałość na rozrywanie kg mm²	Wydłużenie %	Twardość Brinella	Zastosowanie
Twardy . . .	60—80	15— 5	150—200	Łożyska, duże naciski
bardzo twardy .			200—240	silne uderzenia
Pół-twardy . .	40—60	30—15	110—150	Przy małych luzach łożyskowych, duże ilości obrotów, duże naciski
Wyżarzony . .			95—125	Przy bardzo małych luzach łożyskowych
Miękki . . .	35—40	70—50	80 - 90	Stosowany przy wałkach z zwykłych stali

Rys. 1. przedstawia zależność naprężeń od wydłużenia, a rys. 2 zmienność własności mechanicznych w zależności od temperatury.

Nadesłany materiał informacyjny o brązie Nida autor opatruje następującym komentarzem: „Najwyraźniej Niemcy wykorzystali polską pracę naukową, a Polacy nie!"



Rys. 2.



Rys. 3.

Jerzy Czerepowicki
Stud. Politechniki Lwow.
a. f. ing. E. t. c. a.

ZESPÓŁ PĘDNY Z TRZYOSIOWĄ SKRZYNKĄ BIEGÓW

Uwagi o stronie konstrukcyjnej zespołów pędnych

Zagadnienie zespołów pędnych jest jak najściślej związane z postępem konstrukcji samochodowych, gdyż obie nowoczesne koncepcje: napęd przedni czy też silnik z tyłu wymagają właśnie zblokowania pędnych elementów (silnik, sprzęgło, skrzynka biegów, przekładnia napędowa z dyferencjałem). Kierunki te mają przed sobą duże możliwości i nie należy wróżyć zwycięstwa tylko jednemu. Zależnie od typu wozu, charakteru konstrukcji, rodzaju zadań i nastawienia wytwórni będzie stosowany przedni napęd lub silnik z tyłu.

W zespołach pędnych zagadnienia poszczególnych elementów przestały istnieć samodzielnie. Każdy element rozpatrywać należy na tle całości. Piętno całości zespołu i innych elementów na dany, powinno być jaknajmniejsze, tak aby każdy z nich był jak najbardziej zbliżony do rozwiązania optymalnego, które byłoby zastosowane w wypadku zupełnej swobody konstrukcyjnej. Jeżeli jednak pewne odchylenia od tej zasady są konieczne, a to zwykle musi mieć miejsce, to nie powinny one zmniejszać tych zalet, których się wymaga od całości konstrukcji; a w każdym razie powinny dawać więcej korzyści, niż pociągają za sobą wad.

Typowym przykładem jest nowy zespół pędny Citroën 15 six, gdzie wprawdzie wprowadzono do pracy dodatkowe koło zębate, ale zato nie zwiększono długości zespołu pędnego mimo większej ilości cylindrów (w porównaniu z mod. 7 i 11), co pozwoliło na stosowanie zwykłych nadwozi. Podobnie Tatra 77 uzyskała zwartość zespołu pędnego kosztem pewnego powiększenia karteru mostu napędowego i przewiercenia go, dla przepuszczenia nawylot wału napędzającego skrzynkę biegów.

Natomiast konstrukcje stosujące celem uzyskania zwartości liczne koła zębate, lub łańcuchy, przenoszące napęd, nie mają już tak korzystnego bilansu zalet i wad konstrukcyjnych (nie dotyczy to lekkich zespołów pędnych dla małych mocy, w których łańcuchy są stosowane z dużym powodzeniem).

Zespoły pędne do przedniego napędu stoją już na wysokim poziomie i są licznie reprezentowane. Konstrukcja takich zespołów jest prostsza niż do wozów tylnosilnikowych, gdyż nie jest konieczne specjalnie bliskie zgrupowanie elementów koło osi kół.

Natomiast zespół pędny w tyle wozu powinien być jak najbardziej zwarty z dwu zasadniczych powodów:

1) jeżeli jest przed osią, aby nie zajmował miejsca wewnątrz nadwozia (tylne siedzenie).

2) jeżeli jest za osią, aby nie przesuwał zbytnio środka ciężkości wozu ku tyłowi.

Istniejące zespoły pędne wozów tylnosilnikowych zdradzają wybitnie dążenia konstruktorów do osiągnięcia ich jak największej zwartości. Udało się to w mniejszym lub większym stopniu, ale przeważnie kosztem któregoś z elementów, zwłaszcza kosztem doskonałości przekładni napędu. Trzeba zaznaczyć, że dobre rozwiązanie małolitrażowych zespołów pędnych uzyskuje się łatwiej niż wielolitrażowych, gdyż pozwalają na to mniejsze wymiary poszczególnych elementów, przy niewiele mniejszym rozstępie kół. W wozach średnich, a zwłaszcza, dużych napotyka się na trudności poważniejsze, wynikające z gorszego stosunku wymiarów bloku pędnego do wymiarów poprzecznych podwozia.

Tak więc, przeglądając poszczególne konstrukcje, widzimy, że w wozach mniejszych np.: M. Benz 170 H, Tatra 87, K.d.F. zespoły te są zwięzłe i napęd przenoszony jest w sposób prosty. W wozach dużych, w których zwartość zespołu napędowego jest jeszcze ważniejsza, widoczne są już niedociągnięcia konstrukcyjne. Na przykład prototyp Burne'a (oraz analogiczny Crosley) posiadają zespoły pędne długie, znacznie wystające ku tyłowi.

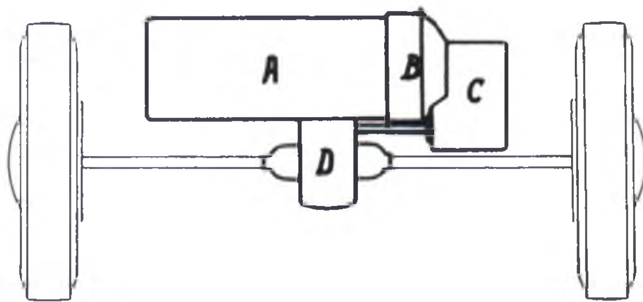
Pionierska Tatra w modelu 77 i 97 ma wprawdzie silnik 8V, to jednak zespół pędny jest dość długi mimo ciekawego rozwiązania przeniesienia napędu na wylot karteru napędu. Angielska Mastra umieściła silnik w poprzek wozu, co wprawdzie zapewniło zwartość zespołu, ale kosztem zastosowania łańcucha do przenoszenia napędu, czego nie należy uważać za szczęśliwe rozwiązanie dla wozów większej mocy.

Stout-Scarab uzyskuje zwartość kosztem bardzo wysokiego umieszczenia silnika nad mostem napędowym i przenoszenia napędu łańcuchem. Jeden z projektów Forda przewiduje silnik poprzeczny, ale eliminuje zupełnie normalne sprzęgło.

Ogólnie biorąc zespoły pędne wozów tylko silnikowych są zaopatrzone w silniki 4 lub 8V cyl., gdyż na dłuższe nie pozwala brak miejsca i schematy konstrukcji.

Zespół pędny z trzyosiową skrzynką biegów

Niżej podany schemat zespołu pędnego pozwala na zastosowanie silnika dłuższego (6-cyl.), w poprzek wozu, oraz odznacza się zwartością i prostym przeniesieniem napędu. Zawdzięcza to trzyosiowej skrzynce biegów, która górny wałek posiada w osi silnika. Z wałka tego napęd przechodzi na wałek środkowy, poczym na trzeci, od którego,

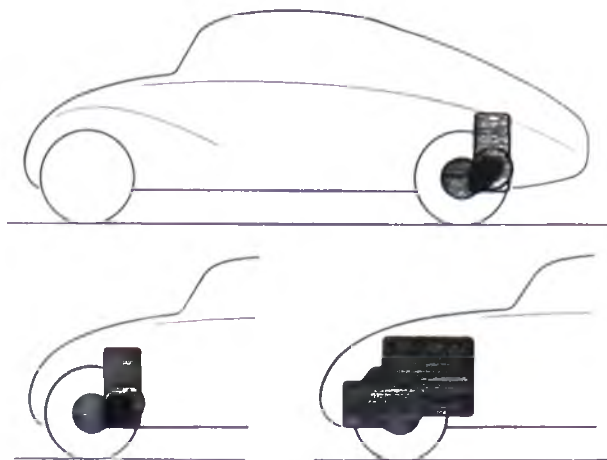


Rys. 1. Widok z góry na zespół pędny umieszczony poprzecznie względem osi wozu: A — silnik, B — sprzęgło, C — trzyosiowa skrzynka biegów, D — dyferencjał.

wałkiem omijającym sprzęgło przechodzi do mostu napędowego.

Trzyosiowa skrzynka biegów posiada następujące zalety: małą długość, prostą budowę, synchronizowanie wszystkich biegów jednym synchronizatorem, wszystkie koła stale zazębione. Jej rola natomiast jako zespołu odznacza się tym, że zapewnia zwartość oraz proste przeniesienie napędu.

Taki zespół pędny specjalnie dobrze nadaje się do umieszczenia w poprzek wozu; możliwym jest jednak również ustawienie w osi wozu, wtedy most napędowy znajduje się pod silnikiem (rys. 2).


Rys. 2. Zastosowanie zespołu pędnego z trzyosiową skrzynką biegów. U góry: zespół pędny z tyłu wozu. U dołu: napęd przedni: Zespół pędny z krótkim (czterocyl.) silnikiem w poprzek wozu, lub, zespół pędny wzdłuż wozu.

Do sterowania takiej skrzynki biegów można zastosować serwo-mechanizm pneumatyczny z dwoma cylindrami, podobny do istniejących, które powoli zyskują coraz większe uznanie i popularność.

Wprawdzie z punktu widzenia konstrukcyjnego trzyosiowa skrzynka biegów przedstawia się bardzo prosto, to jednak strona kinetyczna i geometryczna jest skomplikowana i wymaga ścisłego ujęcia teoretycznego.

Obliczenie wytrzymałościowe jest zupełnie analogiczne do zwykłych skrzynek biegów; obliczenie średnic kół zębatych (wzgl. ilości zębów) wymaga wyprowadzenia specjalnych wzorów ogólnych.

Na tle powyższych pobieżnych uwag o konstrukcji zespołów pędnych zajmę się zasadniczą częścią tego tematu, to jest schematem trzyosiowej skrzynki biegów, zapewniającym jedno z rozwiązań tego problemu.

Obliczenie trzyosiowej skrzynki biegów

Zagadnienie to składa się z dwu części:

a) Rozważenie schematu trzyosiowej skrzynki biegów, który może być zastosowany w konstrukcjach samochodowych i wyprowadzenie ogólnych wzorów dla obliczenia takiej skrzynki.

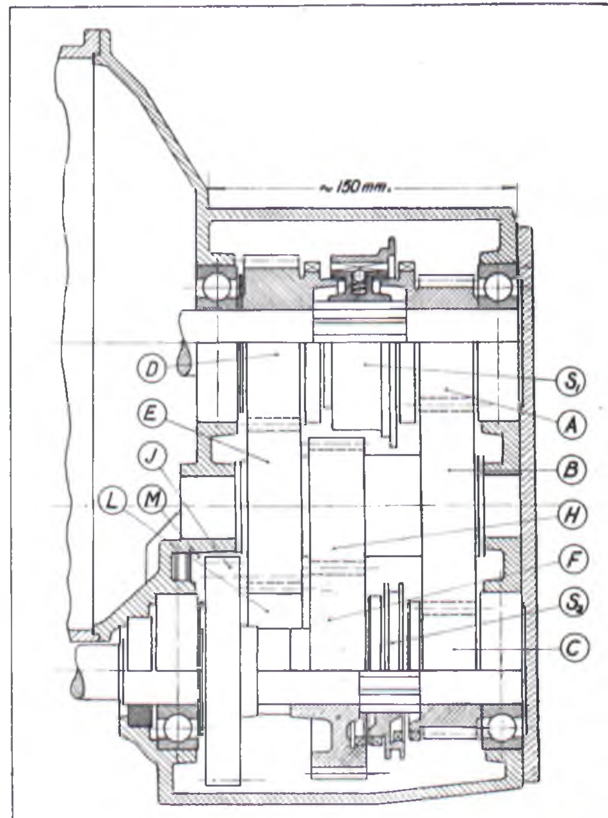
b) Rozważenie i udowodnienie, że zasadniczy, najprostszy schemat takiej skrzynki biegów nie może mieć zastosowania. (Rozważenie to mające wartość jedynie teoretyczną wykazuje, że pewna droga jest zamknięta dla konstruktorów samochodowych).

Poniższe ujęcie matematyczne, nie jest bynajmniej zbyt rozwinięte i ogólne; przeciwnie, skrócone zostało do zakresu interesującego dla konstrukcji samochodowych.

a) Schemat I.

Działanie takiej skrzynki biegów jest następujące:

Na trzech wałkach (rys. 3) znajdują się koła zębate, stale ze sobą zazębione. Do sprzęgania ich z osiami służą sprzęgła S_1, S_2. Możliwe są cztery różne położenia sprzęgieł, co daje cztery różne przekładnie. Pierwszy bieg uzyskuje się gdy sprzęgło S_1, przesunięte w prawo sprzęga koło zębate *A* z wałkiem *I* oraz S_2, przesunięte w lewo wprzęgnie koło *F*. Przekładnia wyniesie wtedy:



Rys. 3. Rysunek techniczny trzyosiowej skrzynki skrzynki biegów. Koło zębate J na trzeciej osi służy do biegu wstecznego.

$$n_1 = \frac{A}{B} \cdot \frac{H}{F} \quad . . . . . (1)$$

(gdzie oznaczenie literowe koła wyraża równocześnie jego średnicę podziałową).

Położenie obu sprzęgieł po lewej stronie daje drugi bieg.

Przekładnia wynosi:

$$n_2 = \frac{D}{E} \cdot \frac{H}{F} \quad . . . . . (2)$$

Podobnie postępując uzyskuje się trzeci bieg:

$$n_3 = \frac{A}{B} \cdot \frac{B}{C} = \frac{A}{C} \quad . . . . (3)$$

I czwarty bieg:

$$n_4 = \frac{D}{E} \cdot \frac{B}{C} \quad . . . . . (4)$$

Bieg wsteczny uzyskuje się po wprowadzeniu koła pośredniczącego i jeszcze jednego koła zębatego na wałek *III*.

Powyższe cztery równania są związane ze sobą następującymi zależnościami:

$$n_1 \cdot n_4 = \frac{A}{B} \cdot \frac{H}{F} \cdot \frac{D}{E} \cdot \frac{B}{C} =$$

$$= \frac{D}{E} \cdot \frac{H}{F} \cdot \frac{A}{B} \cdot \frac{B}{C} = n_2 \cdot n_3$$

a więc

$$n_1 \cdot n_4 = n_2 \cdot n_3 \quad . . . . . (5)$$

Wynika z tego, że wielkości przekładni nie można przyjmować zupełnie swobodnie, lecz, że muszą one spełniać równanie (5).

Nie jest to poważnym ograniczeniem, gdyż warunek ten jest spełniany z dużym przybliżeniem w zwykłych skrzynkach biegów, w planetarnych zaś, ograniczenie to istnieje w identycznej formie. (A mianowicie, pierwszy bieg n_1 uzyskuje się gdy pracują oba zespoły planetarne, z których jeden daje n_2 drugi n_3 czyli $n_1 = n_2 \cdot n_3$, a że czwarty bieg jest bezpośredni $n_4 = 1$ więc $n_1 \cdot n_4 = n_2 \cdot n_3$).

W celu wyprowadzenia wzorów na wymiary kół zębatych w zależności od szeregu *n* i jednego koła zębatego *A* należy ułożyć dalsze zależności między wielkościami kół zębatych.

Z konstrukcji wynika:

$$D + E = A + B \quad . . . . (6)$$

$$B + C = H + F \quad . . . . (7)$$

Wielkość koła *H* przyjmuje się możliwie najmniejszą, a więc taką jak *A*. Wielkość koła *C* oblicza się z wzoru (3)...

$$C = \frac{A}{n_3}$$

Mając już znane wielkości trzech kół oblicza się koło *B*:

Na podstawie wzoru (7)...

$$B = H + F - C$$

Celem wyrugowania *F* należy wykorzystać równanie (1), na podstawie którego:

$$F = \frac{AH}{Bn_1}$$

co po wstawieniu daje

$$B = H + \frac{AH}{Bn_1} - C$$

po przekształceniu i wymnożeniu przez *B*:

$$B^2 + (C-H)B - \frac{HA}{n_1} = O$$

Na podstawie (3)

$$A = Cn_3,$$

więc po podstawieniu

$$B^2 + (C - H)B - HC\frac{n_3}{n_1} = O,$$

oznaczmy

$$\frac{n_3}{n_1} = a,$$

wtedy

$$B^2 + (C - H)B - HCa = O \quad . . (8)$$

Wyróżnik tego równania $(C-H)^2 + 4HCa$ jest dodatni dla każdego możliwego *H*, *C*, *a*.

Wielkość koła zębatego *B* jest pierwiastkiem tego równania

$$B_{1,2} = \frac{1}{2}\left|(H - C) \pm \sqrt{(C - H)^2 + 4HCa}\right| \quad . . (9)$$

Dla przypadku, gdy $n_3 = 1$ czyli $A = C$ (odległości osi są sobie równe) równanie (8) uprości się do formy:

$$B^2 - HCa = 0$$

a pierwiastki będą:

$$B_{1,2} = \pm\sqrt{HCa} \quad . . . . (9a)$$

Oczywiście w obu wypadkach bierze się tylko pierwiastki dodatnie.

Obliczenie dalszych kół zębatych nie przedstawia trudności:

Na podstawie (7)...

$$F = B + C - H \quad . . . . . . (10)$$

Koło *E* oblicza się z (6)...

$$E = A + B - D$$

wyrugowuje się *D* na podstawie (4)..

$$D = \frac{n_4 EC}{B}$$

a więc

$$E = A + B - \frac{n_4 EC}{B}$$

co po przekształceniu daje:

$$E = \frac{(A+B)B}{Cn_4 + B} \quad . . . . (11)$$

Na podst. (6)...

$$D = A + B - E \quad . . . . (12)$$

W ten sposób można obliczyć wszystkoe koła zębate, w zależności od przyjętych *A* i *H*, oraz szeregu *n*

Zestawienie danych i wzorów:

A — założenie

B — założenie

$$C = \frac{A}{n_3}$$

$$B \ldots\ldots \begin{cases} \text{dla } n_3 \neq 1 \ldots B = \frac{1}{2}\left|(H-C) + \sqrt{(C-H)^2 + 4HCa}\right| \\ \text{dla } n_3 = 1 \ldots B = \sqrt{HCa} \end{cases}$$

$$F = B + C - H$$

$$E = \frac{(A + B)\,B}{n_1 C + B}$$

$$D = A + B - E$$

Przy obliczaniu przykładów posłużymy się średnicami podziałowymi kół zębatych (d) a nie ilościami zębów dla lepszego uzmysłowienia wymiarów skrzynki biegów.

Przykład 1. Obliczenia trzyosiowej skrzynki biegów, (z założeniem silnika o dużej mocy).

Przekładnie obrotów przyjęte a spełniające warunek (5):

$n_1 = 0{,}31$; $n_2 = 0{,}42$; $n_3 = 0{,}74$; $n_4 = 1$;
$A = 50$ mm. $H = 50$ *mm.*

Pierwszy sposób:

W wyniku zastosowania wzorów otrzymujemy:

$C = 68$ mm. $E = 72$ mm.
$B = 81$ mm. $D = 59$ mm.
$F = 99$ mm.

Drugi sposób:

Ze względu na to, że silnik jest dużej mocy, a czwarty bieg wykonany jako przyśpieszający, przekładnia w moście napędowym jest stosunkowo mała. Można zatem zastosować następującą metodę: Pomnożyć szereg n przez taki współczynnik J, aby n_3 było równe 1. Wielkość przekładni mostu napędowego należy podzielić przez J, aby całkowita przekładnia obrotów silnika względem kół została ta sama. W ten sposób uzyskuje się uproszczenie, gdyż odległości osi są sobie równe, a różnice wielkości kół zębatych są mniejsze.

W tym wypadku $J = \frac{1}{0{,}74}$

Wielkości kół wg wzorów:

$C = 50$ mm. $E = 68$ mm.
$B = 77$ mm. $D = 59$ mm.
$F = 77$ mm.

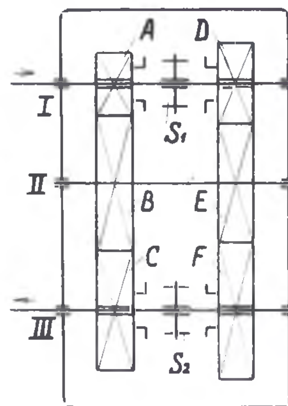
Przykład 2. Obliczenia trzyosiowej skrzynki biegów dla silnika średniej mocy:

Przyjęte: $n_1 = 0{,}26$; $n_2 = 0{,}4$; $n_3 = 0{,}64$; $n_4 = 1$;
$A = H = 50$ mm.

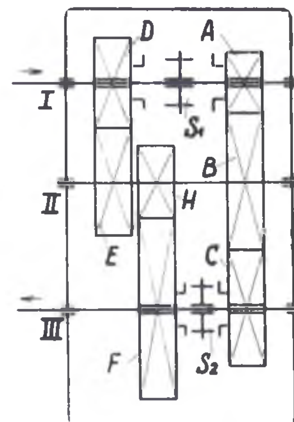
Na podstawie wzorów:

$C = 77$ mm. $E = 71$ mm.
$B = 85$ mm. $D = 64$ mm.
$F = 112$ mm.

Powyższe przykłady wykazują, że schemat trzyosiowej skrzynki biegów nadaje się do konstrukcji samochodowych. Widać poza tym, że dla silników o dużej mocy wskazane jest stosowanie sprzęgła dwutarczowego ze względu na niewielką odległość osi wałka I od III w skrzynce biegów. Dla zespołu średniej mocy wystarczającym może być sprzęgło jednotarczowe (rys. 4).



Rys. 4. Schemat trzyosiowej skrzynki biegów. A — H: koła zębate. S_1, S_2 — sprzęgła.



Rys. 5. Zasadniczy schemat przyosiowej skrzynki biegów.

b) Schemat II.

Druga część zagadnienia (rys. 5) będzie potraktowana pobieżniej, ze względu na negatywny, chociaż ciekawy wynik.

Schemat jest prostszy od poprzedniego, kół zębatych jest o jedno mniej. Postępując analogicznie jak w części *a*) otrzymujemy:

$$n_1 = \frac{A \cdot E}{B \cdot F} \quad \ldots\ldots \quad (1)$$

$$n_2 = \frac{A \cdot B}{B \cdot F} = \frac{A}{C} \quad \ldots\ldots \quad (2)$$

$$n_3 = \frac{D \cdot E}{E \cdot F} = \frac{D}{F} \quad \ldots\ldots \quad (3)$$

$$n_1 = \frac{D \cdot B}{E \cdot C} \quad \ldots\ldots \quad (4)$$

$$n_1 \cdot n_1 = \frac{A \cdot E}{B \cdot F} \cdot \frac{D \cdot B}{E \cdot C} = n_2 n_3 \quad . \quad (5)$$

$$A + B = D + E \quad \ldots\ldots \quad (6)$$

$$B + C = E + F \quad \ldots\ldots \quad (7)$$

Po odjęciu stronami:

$$F = D + C \quad A \quad \ldots\ldots \quad (8)$$

Na podstawie (3)...

$$D = Fn_3,$$

po wstawieniu do (8) i po przekształceniu:

$$F = \frac{C \quad A}{1 - n_3}$$

zaś na podstawie (2)

$$F = \frac{A\,(1 - n_2)}{n_2 \quad 1 - n_3)} \quad \ldots\ldots \quad (9)$$

Należy zbadać wartość

$$\frac{A\,(1 - n_2)}{n_2 (1 - n_3)}$$

(tylko w zakresie interesującym dla konstrukcji samochodowych).

A więc:

1) n_3 nie może być równe jedności

2) Ponieważ $n_2 < 1$ więc $A(1-n_2)>0$ i aby $F>0$ musi być $1-n_3>0$

Czyli $n_3 < 1$. . . . . (10)

Wielkość koła B oblicza się wychodząc z równania (6).

$$B = D + E - A$$

zaś na podstawie (1)... $E = \frac{BFn_1}{A}$

więc

$$B = D + \frac{BFn_1}{A} - A$$

$$B = \frac{A(D-A)}{A - Fn_1} \quad . \ . \ . \ . \ . \quad (11)$$

Z tego względu, że nie wszystkie n, spełniające równania (5) i (10) dają dodatnie wartości na B, należy wyprowadzić warunek, który byłby dostatecznym. W tym celu należy przedyskutować równanie (11). Z założenia $A<D$ więc licznik jest większy od zera i aby B było dodatnie mianownik musi być również dodatni.

Czyli

$$A - Fn > 0$$

Nierówność tę należy przedstawić jako funkcję szeregu n; w tym celu użyć należy równania (9) na podstawie którego:

$$A - Fn_1 = A - \frac{A(1-n_2)n_1}{n_2(1-n_3)} > O,$$

Po podzieleniu przez A:

$$1 - \frac{(1-n_2)n_1}{n_2(1-n_3)} > O$$

czyli

$$n_1 < \frac{(1-n_3)n_2}{(1-n_2)} \quad . \ . \ . \ . \ . \quad (12)$$

Jednak, ze względu na możność wprowadzenia współczynnika J należy równanie (12) przedstawić jako funkcję jednego n; przyjmijmy n_1.

Oznaczając $n_2 = ln_1$, oraz $n_3 = kn_1$ po podstawieniu do wzoru (12) otrzymamy:

$$n_1 < \frac{l-1}{l(k-1)} \quad . \ . \ . \ . \quad (13)$$

Aby schemat był rozwiązalny szereg n musi spełniać również powyższą nierówność. Jeżeli warunek (13) nie jest spełniony to można to uczynić mnożąc szereg n przez współczynnik J, gdyż prawa strona nierówności przez to się nie zmieni a lewa będzie iloczynem n_1J. Nierówność wskazuje dolną granicę możliwych J, warunek (10) — górną.

Oto ujęcie teoretyczne. Trudności praktycznego zastosowania przedstawią przykłady.

Przykład:

Przyjęte: $n_1 = 0{,}24$; $n_2 = 0{,}4$; $n_3 = 0{,}6$; $n_4 = 1$;

Wzory (5) i (10) — spełnione. Po obliczeniu l i k oraz po wstawieniu do (13) mamy:

$$\frac{l-1}{l(k-1)} = 0{,}268 > 0{,}24$$

a więc warunek (13) również spełniony.

Wielkości kół zębatych, jeżeli $A = 50$ mm.:

$C = 125$ mm, $F = 188$ mm, $D = 113$ mm, $B = 630$ mm.

Praktycznie biorąc wynik ten należy uważać za negatywny gdyż koło B wypada za duże. Wprawdzie wprowadzenie współczynnika J spowoduje zmniejszenie koła B, jednak średnice C i F wtedy wzrosną, tak, że w najlepszym razie najmniejsze z tych kół będzie około pięć razy większe od A.

Podobnie przedstawia się sprawa dla innych szeregów n; (dla niektórych z nich warunek (13) nie jest spełniony odrazu).

W wypadku niezupełnego wyzyskania takiego schematu, tj. używania go jako skrzynki trzybiegowej szereg trzech n można obrać dowolnie uzyskując zupełnie dobre wymiary kół. Rozwiązanie takie przedstawia jednak małe zalety. Zwrócić się więc należy do schematu *I*, wprawdzie mniej prostego, ale zato dającego lepsze wyniki.

Z Koła Inżynierów Samochodowych

Na wysłany telegram na Zjazd S.A.E. w Ameryce, Koło Inż. Sam. otrzymało następujący list, który podajemy w brzmieniu oryginalnym i tłomaczeniu.

Society of Polish Automobile Engineers
S.I.M.P. Kolo Ingynerow Samochodowych
Jerozolimska 8.
Warsaw, Poland.

Gentlemen:

Your radioed greetings struck the Congress keynote of international good will and cooperation, and were enthusiastically received by the hundreds of engineers who were assembled for our Opening Session.

We are grateful for your good wishes, and hope we may have an opoortunity to cooperate with you in future activities of mutual interest.

You will probably be interested in the enclosed copy of the Congress program.

Very truly yours,
Society of Automotive Engineers, Inc.
JACWarner (—) *John A. C. Warner.*
FH General Manager

Sz. Panowie!

Pozdrowienia Wasze przesłane drogą radiową uderzyły w zasadniczy ton Kongresu międzynarodowej dobrej woli i współpracy i zostały przyjęte entuzjastycznie przez setki inżynierów, zebranych na naszym posiedzeniu otwarcia Kongresu.

Jesteśmy wdzięczni za Wasze dobre życzenia i mamy nadzieję, że będziemy mieli okazję współpracować z Wami w przyszłej działalności i wspólnym zainteresowaniu.

Mamy nadzieję, że załączony program Kongresu, prawdopodobnie zainteresuje WPanów.

Pozostajemy itd.

BIBLIOGRAFIA

POSTĘP W STALIWIE NA CZĘŚCI SAMOCHODOWE.

Autor podaje dane z Zakładów Forda w Detroit. Na jeden samochód przypada 67 kg staliwa w postaci następujących części:

Zawory	—	rozpoczęto w 1931 r	wykonano	56½	miliona	ciężar łączny	5250 ton
Wały korbowe		„ w 1933 r	„	4½	„	„	137000 „
Popychacze 8V		„ w 1933 r	„	60	milionów	„ „	3500 „
Gniazda zaworowe		„ w 1934 r	„	34	miliony	„ „	695 „
Piasty kół		„ w 1935 r	„	8¼	miliona	„ „	67900 „
Tłoki		„ w 1935 r	„	16	milionów	„ „	5000 „
Wałki zębate		„ w 1935 r	„	3	miliony	„ „	12000 „

Poniżej przytoczono dane w składzie staliw Forda:

Typ.	Zastosowanie	% C	% Cu	% Si	% Mn	% Cz	% P	% S	Różne %
1.	Pedały, piasty kół	0,15 – 0,35	1,5—2	0,5 —2	0,4 —0,6	—	> 0,08	> 0,08	—
2.	Części nawęglane	0,28—0,35	0,5—1,5	< 0,4	0,3 —0,45	0,9 —1,2	> 0,05	> 0,05	—
3.	Odlewy odśrodkowe . . .								
4.	Koła zębate mechanizmu różnicowego i przekładni tylnego mostu	0,35—0,4	0,5—1,5	< 0,4	0,65—0,8	0,9 —1,1	> 0,05	> 0,05	—
		0,35—0,4	0,5—1,5	< 0,4	0,7 —0,9	—	> 0,01	> 0,08	—
7.	Pochwa tylnego mostu . .	1,35 1,55	—	0,9 – 1,1	0,4 —0,6	> 0,08	> 0,1	> 0,08	—
8.	Wały i części do hartowania	1,35—1,60	1,5—2	0,85—1,1	0,7 —0'9	0,4 —0,5	> 0,1	> 0,08	—
9.	Tłoki	1,40—1,60	1 —1,5	0,8 —1,1	0,8 —1,1	0,8 —0,15	> 0,1	> 0,08	—
—	Gniazda zaworowe	1,20 1,40	1,5 2,0	0,3 —0,6	0,3 —0,5	2,3 —3,5	—	—	W=14-17
—	Zawory	0,95—1,20	—	2 —3,5	2 —3	15 —16	—	—	Ni=14/15

Obróbkę cieplną i własności cytuje autor jak następuje:

Typ.	Obr. cieplna	Gran. płynu Q_r kg/mm²	Wytrzymałość R_r kg/mm²	Wydłużenie A_4 %	Twardość H_B kg/mm²
1	Normalizacja	37,6	50,0	18,5	163
2	Normalizacja, nawęglanie i hart. olej	39,5	54,5	16,5	170
3	Normalizacja	43,4	60,0	16,0	184
4a	„	45,6	64,0	15,2	187
5	Ulepszanie	76,0	90,0	10,0	277
6	Normalizacja	59,0	72,0	9,0	207
7	900 pow, 760° 1h piec	66,5	86,0	6,5	255
8	900° pow, 760° 1h piec	59,5	73,0	7,5	229
9		26,0	36,5	15,7	119
Żeliwo zmiękczone		30,0	42,5	14,0	130
Żeliwo zmiękczone Forda . . .					

OBRÓBKA WAŁÓW KUŁACZKOWYCH.

Fabryka obrabiarek Fellows zbudowała ciekawą maszynę do obróbki wałów kułaczkowych pompy wtryskowej do silników wysokoprężnych. Obróbka wszystkich kułaczków odbywa się kolejno i całkowicie automatycznie, gdyż maszyna zaopatrzona jest w mechanizm podnoszący i opuszczający wałek automatycznie.

Kułaczki są skrawane w kierunku osi wału i ustawiają się względem noża kolejno od 6 do 1. Po obrobieniu ostatniego kułaczka, maszyna zatrzymuje się automatycznie, pozwalając na wyjęcie wałka obrobionego i założenie nowego, poczym cały suport obniża się i obórka kolejna zostaje powtórzona automatycznie.

Zastosowanie tej maszyny do obróbki wałów rozrządczych skróciło wydatnie czas ich obróbki.

Poprzednio wałek z 6-oma kułaczkami był obrabiany na frezarce w ciągu 23 min., podczas gdy obecnie całkowity czas obróbki z założeniem wynosi tylko 4,8 min. (W ciągu 8 godz. dnia pracy wykonywa się 100 wałków). Maszyna ta może być również użyta, po zmianie krzywki i noża, do obróbki wałków o 4 kułaczkach.

Dodajmy, że maszyna może być również użyta do nacinania kół zębatych, a fabryka stosuje ją do obróbki zaworów ssących. W ciągu 8 godzin obrabia się tych zaworów 500 sztuk, podczas gdy dotychczas w tym samym czasie na frezarce — zaledwie 100 sztuk.

(La Machine Moderne Nr 365 grudzień 1938).

ULEPSZANIE ODLEWÓW ZE STOPÓW ALUMINIUM Z MAGNEZEM PRZEZ DODATEK BERYLU i TYTANU

Podczas odlewania stopów aluminium, zawierających do 12% Mg powstaje błonka tlenków, która często dostaje się do wnętrza odlewów, ułatwiając powstanie kruchych miejsc i porów. Próbowano unikać tego dodając do piasku formierskiego siarkę i niektóre fluorki, co wytwarza w formie pewną atmosferę ochronną. Podczas obróbki cieplnej powierzchnia nabiera brzydkiego wyglądu naskutek utleniania się Mg. Autor badał wpływ różnych dodatków do stopów Al-Mg i stwierdził, że dodatek 0,2% cyrkonu obniża odporność na utlenianie w stanie stałym, a 0,1 do 0,2% boru lub tytanu jest jeszcze silniejszy, jak cyrkonu. Dodatek 0,01% Be do stopu o 7% Mg powoduje powstanie cienkiej powłoki brunatnej, którą łatwo usunąć przez trawienie lub piaskowanie. Dodatek 0,02% Be nie tylko chroni stopy Al-Mg w stanie stałym, ale nawet podczas 1½-godzinnego stania płynnego metalu w tyglu nie dopuszcza do strat Mg ze stopu Al-Mg 12.

Beryl zapobiega też utlenianiu w obróbce cieplnej, dopuszczając zaledwie do utworzenia złocistej błonki. Niestety dodatek Be powoduje wzrost ziarna stopu z rzędu dziesiątych milimetra do ∅ 5—6 mm przy 0,02% Be, powodując wzrost czasu obróbki cieplnej i spadek wytrzymałości, szczególnie w stopach wysoko ogrzewanych. Poszukując dodatku zmniejszającego ziarno, uznał autor za godne prób Zr, V i Ti. Dodatek Zr pogarsza jeszcze sprawę, wanad nieco ziarno rozdrabnia, a dopiero tytan jest skuteczny. Stop Al Mg 12 z O,02% Be wykazał po ogrzaniu do 800°C wytrzymałość 35 kg/mm² i Ag = 10%, zaś po dodatku 0,05% Ti — Rr = 38,2 kg/mm² i Ag = 15%. Po przetopieniu wpływ Ti znika, jednak dodatek 0,02% Ti w postaci stopu Al-Ti do powtórnego przetopu wystarcza, by własności te utrzymać i po wielu przetopach. Dodatki Be i Ti nie wywierają ujemnego wpływu na odporność stopów Al Mg 7 i Al Mg 12 przeciw korozji. *(G. Gautier, Foundry Trade Journal, 59 (1938) Nr 1162, str. 373/4). K.*

SPADEK PRODUKCJI SAMOCHODÓW OSOBOWYCH w U.S.A.

Produkcja samochodów osobowych w Stanach Zjednoczonych w 1938 roku spadła prawie do połowy w stosunku do roku 1937. Przytoczone poniżej liczby odnoszą się do 11 pierwszych miesięcy 1938 r.

	1937	1938
Chevrolet	745.209 szt.	432.756 szt.
Ford	757.039 „	322.879 „
Plymuth	469.226 „	233.586 „
Buick	190.071 „	141.398 „
Dodge	249.867 „	96.842 „
Pontiac	203.743 „	87.490 „
Oldsmobile	177.872 „	82.017 „
Nash	63.042 „	29.767 „
Packard	92.158 „	45.544 „
Chrysler	83.323 „	45.181 „
Hudson	91.718 „	37.427 „
Studebaker	68.221 „	33.612 „
De Soto	68.494 „	24.351 „
Razem:	3.259.983 szt.	1.612.850 szt.

Ten gwałtowny spadek, z zupełnie zrozumiałych powodów, wywarł duży wpływ na zainteresowanie w przemyśle samochodowym, instytucje finansowe, przyczem dwie z nich nawet wykazały to w swoich sprawozdaniach: Commercial Investement Trust Corp., finansująca Zakłady Forda i Commercial Credit Comp., finansująca zakłady Chryslera podały następujące dane:

Stan finansowy w milionach dolarów		
	Commer. Inv. Trust.-Corp. Eord	Commer Credit comp. Chrysler
1933	478	191
1935	965,7	520
1937	1292	934
1938	697	524

Spadek ten uzewnętrznił się również w zyskach tych instytucji.

Zysk Commercial Investement Trust Corp. wyniósł w roku 1937 — 21.500.000 dol., a w roku 1938 — 16.200.000 dol., zaś w Commercial Credit Comp. w roku 1937 wyniósł 13.600.000 dol., a w roku 1938 — 9.000.000 dol. *(A.T.Z. nr. 4/1939).*

Allgemeine Automobilzeitung z 1939 r. zamieszcza:

Nr 5 — Brüsseler Autosalon.

Nr 6 zaś — Mailänder Motorrad — Salon — C. Millant.

Nr 7 — Zweitakter — Zukunft, Zweiradlenkung oder Vierradlenkung.

Nr 8— Revue der personenwagen, Das Wunder Volkswagen, N 9 — Ein Wort zu den Bremsenlagen der Lastkraftwagen, — E. Hundt — Gedanken um die Karosserien der Antoschau.

Automobiltechnische Zeitschrift Nr 3 z 1939 r. zamieszcza:

W. Riedel — Korrosion und Wassersteinbildung im Kühlwasserkreislauf von Verbrennungsmotoren, Frey — Reibungswiderstand des Fahrzeugmotors.

Deutsche Motor Zeitschrift Nr 2 z 1939 r. zawiera:

E. Hundt — Deutschland baut sparsame Hochleistungswagen.

Motor Nr 2 z 1939 r. zamieszcza:

W. Ostwald — Aus Teilen ein Ganzes (wie ein Kraftfahrzeug sich aus seinen Teilen zusamenfindet).

Motor Kritik Nr 4 z 1939 r. zawiera:

Szenasy St. — Augenblickliche Richtung und Ziele des Personenwagenbau.

Neue Kraftfahrer Zeitung zawiera: w *Nr 5 z 1939 r.:* Belgischer Kraftfahrzeugbau, w *Nr 7:* Entwicklung im Nutzfahrzeugbau, Tendenz im deutschen Kraftradbau.

V.D.I. — Nr 4 z 1939 r. zamieszcza artykuł: Versuche an überdrucklosen Kraftfahrzeugen, w *Nr 6* — Fortschritte der mechanischen Schwingungsforschung — H. G. Küssner, w *Nr 7* — B. Förster — Erwärmung von Personenwagen — Reifen bei hohen Fahrgeschwindigkeiten, H. Opermann — Kraftwagen Aufbauten aus Holz, F. Dreyhaupt — Verbrennung in Luftspeicher Dieselmotoren.

La Vie Automobile z d. 10/I 39 r. Nr 1153 zamieszcza:

G. Smith, H. Petit — La voiture moderne,

Z dn. 25/I 39 r. Nr 1154: C. Faraux — Vitesse et consommation, G. Smith, H. Petit — La voiture moderne (dokończenie), Réflexions sur les rapports des boîtes de vitesses.

Z dn. 10/2 39 r. Nr 1155: P. Maillard — Le depart à froid, H. Petit, Deruelle — Il-y a Surmultiplication et Surmultiplication, H. Petit — Les démultiplicateurs de transmission.

Z dn. 25/2 39 r. Nr 1156: Le Salon de Bruxelles 1939, P. Maillard — Le depart à froid (dokończenie).

Awtotratornoje Dieło Nr 11 z 1938 r. zawiera m. in.: Kurow — 20 let awtomobilnoj promyszlennosti SSSR., Kryłow — Karbiurator MKZ-6, Kołosow i Leibzon — Ispytanje dwigatiela MGG-23 na generatornom i świetilnom gazach.

Motor Nr 4 z 1939 r.:

P. Hellersberg — Das künftige Typenbauprogramm der deutschen Kraftfahrzeugindustrie, Die Aufgaben der Teile- und Zubehör — Industrie bei der Typenbeschränkung und Normung.

Motorkritik Nr 6 z 1939 r.:

Neues vom Zubehör.

Nr 8 z 1939 r.:

Volvex — Federanlasser für Verbrennungsmotoren.

Motorschau Nr 4 z 1939 r.:

Deutsche Autobau — Sonderleistungen, Bgt-Weitere technische Fortschritte: Neukonstruktionen und Verbesserungen im Nutzkraftwagenbau.

Nr 5 z 1939 r.:

Hydraulik im Kraftfahrzeug, J. Matthias — Luftfahrt hilft der Kraftfahrt, Ostwald — Wa. vom Zauber der Werkstoffe.

DZIESIĘCIOLECIE POLSKIEGO ZWIĄZKU WYDAWCÓW DZIENNIKÓW I CZASOPISM.

Miesięcznik „Prasa" poświęcił ostatni swój zeszyt, znacznie powiększony i starannie zilustrowany, pierwszemu jubileuszowi wielkiego, ogólnokrajowego Zrzeszenia, które w życiu i rozwoju prasy polskiej tak wielką odgrywa rolę.

Świadczy o tej roli ów zeszyt w sprecyzowanym wykazie podjętych usiłowań, spełnionej pracy i osiągniętych wyników.

W Polskim Związku Wydawców Dzienników i Czasopism skupiły się wszystkie poważniejsze wydawnictwa krajowe. W jego władzach biorą udział czołowi przedstawiciele świata wydawniczego wszystkich dzielnic Rzeczypospolitej. Dyrektywą władz Związku była i jest jasna świadomość zamierzeń i celów, mających na widoku pomyślny rozwój prasy, a uzgodnionych z dobrem państwowym i społecznym.

O zadaniach i posłannictwie wydawcy polskiego pisze w obszernym artykule prezes Zarządu Związku, p. Stefan Krzywoszewski, poddając analizie stosunek wzajemny dyrektora wydawnictwa i naczelnego redaktora.

Jak najdoskonalej sharmonizowane współdziałanie tych dwóch czynników jest nieodzownym warunkiem pomyślnego rozwoju każdego wydawnictwa. Równie niebezpieczną może okazać się preponderencja względów materialnych nad celami redakcyjnymi, jak lekceważenie przez redakcję interesów finansowych pisma.

Wytyczne organizacji i działalności Związku Wydawców streścił i omówił dyrektor Związku p. Stanisław Kauzik. Stwierdza w nim, jak dotkliwie odczuwała prasa polska brak uprawnionego przedstawicielstwa swych interesów, zanim powstał Związek. Indywidualne wystąpienia wydawnictw rzadko osiągały skutek. Sytuacja zmieniła się całkowicie, gdy obronę interesów prasy, jako całości, wziął na swe barki Związek.

„Ubiegłe dziesięciolecie, konkluduje dyr. Kauzik, przyniosło wiele ważnych osiągnięć dla prasy polskiej. Stanowi to jednak zaledwie drobny ułamek programu, jaki zakreślony został przez inicjatorów i twórców Związku. Cel zasadniczy — wielka państwowa, narodowa i społeczna rola prasy, jako głównego czynnika upowszechnienia kultury, jako wielkiego wychowawcy i nauczyciela cnót narodowych i obywatelskich, wreszcie jako potężnego propagatora podniesienia życia gospodarczego, — pozostaje terenem dalszych wielkich wysiłków zrzeszonych wydawców".

Niesłychanie pouczającym jest dział jubileuszowego wydania „Prasy", obejmujący bilans prac, wykonanych przez Związek w ciągu pierwszego dziesięciolecia, oraz listę przedstawicieli świata wydawniczego, którzy tej instytucji poświęcili swą pracę, zapał, doświadczenie i wytrwałość.

Więc przede wszystkim prezes Rady Naczelnej p. Feliks Mrozowski, który te obowiązki sprawuje od chwili powstania Związku i jej wiceprezesi pp. Bolesław Biega, Edmund Gromski, Roman Leitgeber, Edward Pawłowski, Leon Puławski, dalej prezes Zarządu Głównego p. Stefan Krzywoszewski (również od założenia Związku) i wiceprezesi Zarządu pp. Mieczysław Dobija, Antoni Lewandowski i Mieczysław Niklewicz (dwaj ostatni także od założenia Związku). Dyrektorem Związku, od początku istnienia organizacji jest p. Stanisław Kauzik, wicedyrektorem jest od szeregu lat p. Franciszek Głowiński. Pełna liczba członków Związku, którzy z pożytkiem uczestniczyli w Radzie i Zarządzie, zarejestrowana została przez kolekcję portretów. Kolumny z fotografiami zasłużonych członków Związku stanowią wstęp do wyczerpujących, starannie opracowanych referatów, które dają dokładny obraz działalności Polskiego Związku Wydawców w ciągu pierwszego dziesięciolecia. Te referaty, to materiał dla przyszłych historyków prasy polskiej. Dają one pojęcie o zabiegach, które Związek zmuszony był podejmować i prowadzić dla zapewnienia prasie polskiej odpowiednich warunków bytu i rozwoju, dla wprowadzenia do stosunków wydawniczo - prasowych należnego ładu wewnętrznego.

Czytelnictwo gazet i periodyków w Polsce zwiększa się z każdym rokiem jednocześnie zwiększa się zainteresowanie prasą — tą potęgą, która w znacznej mierze kształtuje opinię publiczną, której rola państwowa, społeczna i kulturalna — i odpowiedzialność! — wciąż rośnie, a która równocześnie jest placówką intelektualną o zawrotnej żywotności i zarazem jednym z najtrudniejszych działów produkcji gospodarczej.

Wzmaga się tedy — musi się wzmagać — zainteresowanie prasą, jej strukturą, jej „klimatem". Jubileuszowe wydanie „Prasy" winno znaleźć odzew w tych zainteresowaniach. Czytelnik gazet i periodyków dowie się z tego zeszytu, jak olbrzymi jest kompleks zagadnień, składających się na tego molocha, który nazywają „szóstym mocarstwem", — zbliży się do prasy, pozna jej troski, trudności i walki...

CENY OGŁOSZEŃ:

1 str. — zł 300.—
½ str. — zł 165.—
¼ str. — zł 90.—
⅛ str. — zł 45.—
1/16 str. — zł 25.—

Za II i III str. okładki 50% dopłaty.
Za I i IV str. okładki 100% dopłaty.
Za ogłoszenie o poszukiwaniu pracy 1/16 str. — zł 8.—

Przy ogłoszeniach wielokrotnych rabat:
5% przy 3 krotnym
10% „ 6 krotnym
15% „ 12 krotnym
20% „ 24 krotnym

Warunki przedpłaty: Rocznie — 10 zł, półrocznie — 5 zł.

Przedpłatę należy wpłacać do PKO na konto nr 22505 — „Technika Samochodowa" lub pocztowymi „Przekazami Rozrachunkowymi", w cenie 1 grosz za sztukę bez dodatkowych opłat manipulacyjnych.

REDAKCJA I ADMINISTRACJA „TECHNIKI SAMOCHODOWEJ" WARSZAWA, AL. JEROZOLIMSKA 8 M. 13
czynna codziennie od godz. 9 — 16 oraz we wtorki i piątki od godz. 18 — 20.
Rachunki regulowane są we środy i soboty w godz. urzędowych. Telef. 281-85.

546 Zakłady Drukarskie W. Piekarniaka, W-wa, Dobra 58, tel. centr. 644-59 i 592-40.



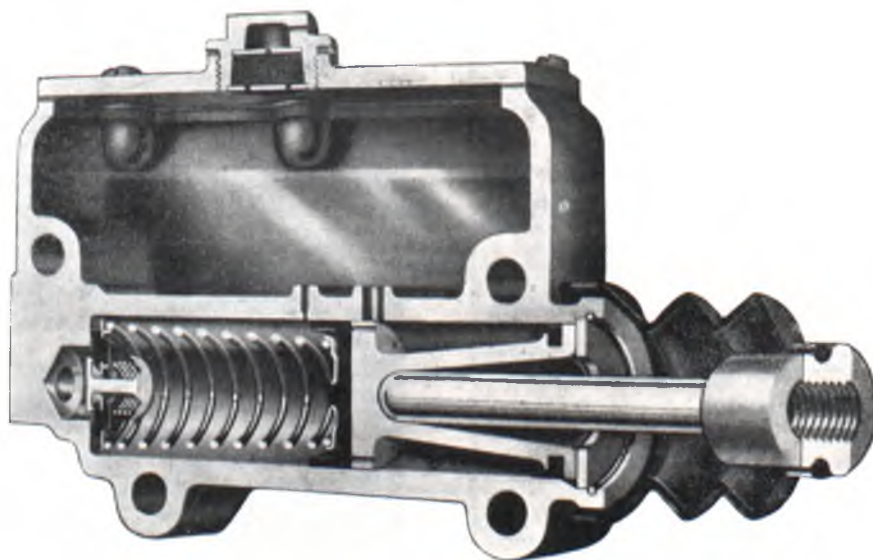
R. KLINGER

FABRYKA AKCESORII SAMOCHODOWYCH

Centrala: Łódź, Łąkowa 22. Biuro: Warszawa, Czarnieckiego 10, tel. 12-78-48

Wykonuje kompletne zespoły

hamulców hydraulicznych,
servo-hamulcowe: próżniowe,
ciśnieniowe i mechaniczne



do wszelkich typów samochodów i przyczepek

PIERWSZY START

PIERWSZA NAGRODA



KONKURS
PIĘKNOŚCI
SAMOCHODÓW
I MOTOCYKLI
1939 r.

